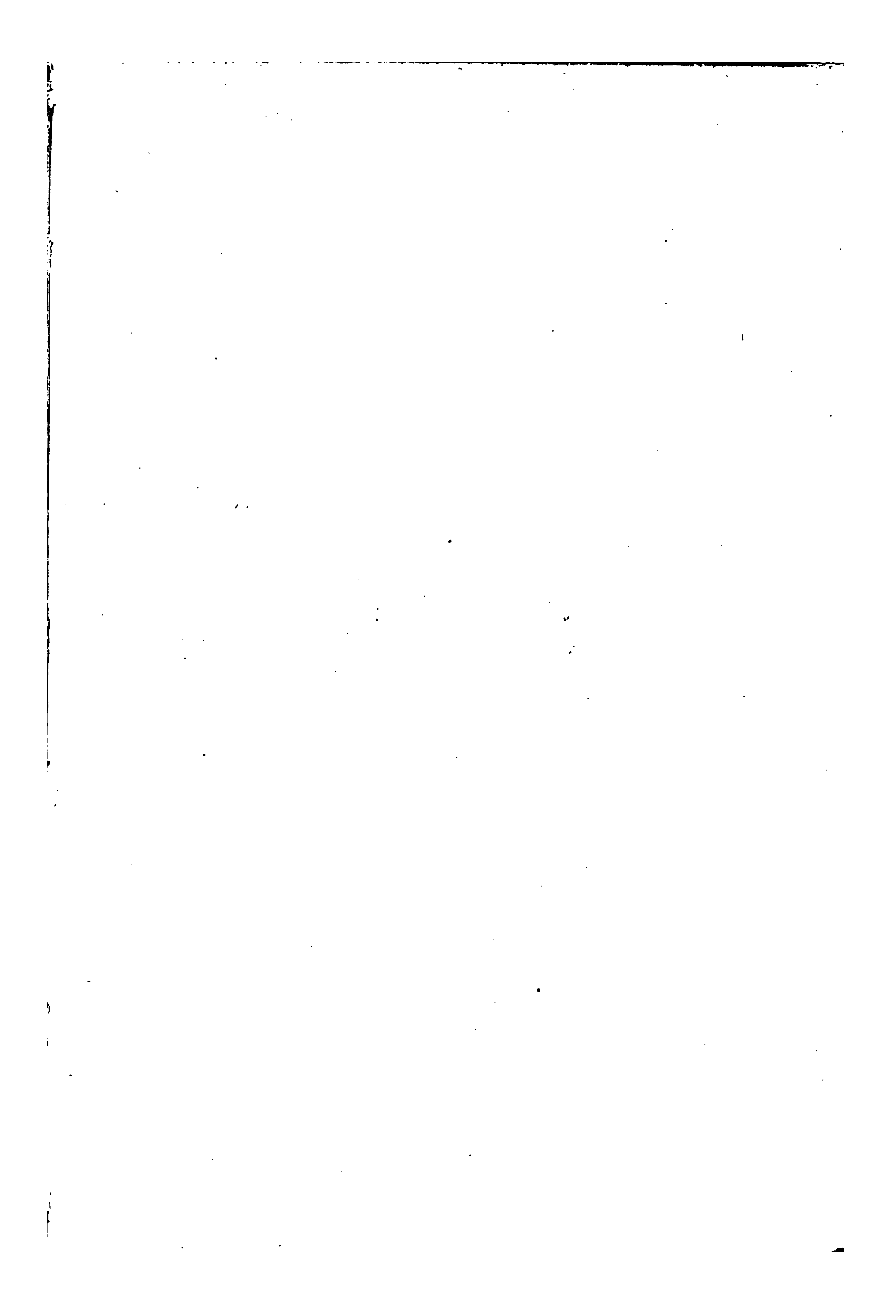



The Gift of Friends
19 17
H M
From the Library of
Hugo Münsterberg
Professor of Psychology
1892–1916
Harvard College
Library


The Gift of Friends
19
17
H M
From the Library of
Hugo Münsterberg
Professor of Psychology
1892 — 1916
Harvard College
Library



Hugo Münsterberg
stud. med.

GRUNDRISS

DER

ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DES MENSCHEN

UND

DER HÖHEREN THIERE.

FÜR STUDIRENDE UND ÄRZTE.

VON

ALBERT KÖLLIKER,
PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG.

MIT 300 HOLZSCHNITTEN UND EINER FARBENTAFEL.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1880.

Vorwort.

Dieser Grundriss der Entwicklungsgeschichte ist wesentlich ein Auszug der 2. Auflage meines grösseren Werkes (Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, Leipzig 1879), doch enthält derselbe, entsprechend seiner Bestimmung, den Studirenden der Medicin in die Entwicklungsgeschichte einzuführen und dem practischen Arzte und Gerichtsarzte als Handhabe zu dienen, auch einiges Eigenthümliche. So findet sich einmal Alles, was auf die Entwicklungsgeschichte des Menschen sich bezieht, aus dem grösseren Buche herübergenommen, während das Hühnchen und die Säugethiere in möglichster Kürze behandelt wurden. Ferner ist auch die erste Bildungsgeschichte des Menschen ausführlicher besprochen und durch eine Reihe neuer Holzschnitte (Figg. 117, 118, 120, 121, 122) bereichert. Ganz neu sind die Angaben über Grösse und Gewicht menschlicher Embryonen aller Stufen und über die anatomischen Verhältnisse des Neugeborenen; doch habe ich zu bedauern, dass ich, trotz meines Bestrebens, den Menschen mehr in den Vordergrund zu stellen, demselben doch nicht die Berücksichtigung schenken konnte, die er verdient. Diesem Mangel hoffe ich, wenn Zeit und Kräfte es mir erlauben, durch eine besondere Entwicklungsgeschichte des Menschen abzuhelfen, in der namentlich auch die Anatomie des Neugeborenen und die spätere Wachsthumsperiode oder das Kindesalter die Berücksichtigung finden werden, deren sie so sehr bedürftig sind.

Von sonstigem Neuen enthält dieser Grundriss noch erstens einige farbige Abbildungen, unter denen besonders die farbige

lithographirte Tafel zur Erläuterung der Umbildungen der Keimblätter eine willkommene Zugabe sein wird, und zweitens eine Reihe neuer Holzschnitte und zwar die Figg. 38 (verwachsende Herzhälften des Hühnchens), 62 (Keimblase des Kaninchens mit der ersten Anlage des Entoderma), 79 (Doppelherz des Kaninchens), 188 (Augenspalte und Glaskörper), 216 (Geruchsgrübchen), 256 (Thymus), 261 (Leber), 292 (Wolff'sche Gänge am Uterusrande).

Von Literaturangaben finden sich in diesem Grundrisse nur die wichtigsten und verweise ich in dieser Beziehung auf meine grössere Entwicklungsgeschichte.

Grünau in Oberösterreich
3. Oct. 1879.

A. Kölliker.

Inhalt.

Zweiter Hauptabschnitt.

Von der Entwicklung der Organe und Systeme.

I. Entwicklung des Knochensystems.

II. Entwicklung des Nervensystems.

III. Entwicklung der Sinnesorgane.

A. Auge.

Seite

VIII. Entwicklung der Harn- und Geschlechtsorgane.

Einleitung.

Begriff der Entwicklungsgeschichte. Eintheilung derselben. Kurzer Abriss der Geschichte dieser Wissenschaft. Literatur.

Begriff der Entwicklungsgeschichte.

Die Entwicklungsgeschichte oder Embryologie, wie sie auch minder zweckmässig genannt wird, ist eine morphologische Wissenschaft und hat als Endziel die Darlegung der Gesetze, nach denen die Gestaltung der organischen Wesen entstanden ist.

Im Einzelnen zerfällt die Entwicklungsgeschichte der Thiere ebenso wie die der Pflanzen in zwei Hauptabschnitte:

1) in die Entwicklungsgeschichte der Einzelwesen oder Individuen (Ontogonie, Haeckel) und

2) in die Entwicklungsgeschichte der Organismenreihen (der Gattungen, Ordnungen, Classen und des gesammten Thierreiches) oder die Stammesgeschichte (Phylogonie [Haeckel], Zoogonie, Phytogonie).

Geschichte der Embryologie.

Die Entwicklungsgeschichte ist eine Wissenschaft der neueren Zeit, denn wenn auch das Alterthum embryologischer Kenntnisse nicht ganz entbehrte, und namentlich Aristoteles, dieser grösste Naturforscher der alten Culturvölker, eine Menge feiner Beobachtungen über die Zeugung und Entwicklung der Thiere uns überliefert hat, so treten doch zusammenhängende, vollständigere Darstellungen erst im Mittelalter auf. Die bedeutendsten unter diesen im 17. Jahrhundert sind die Arbeiten von Fallopia (1600) und M. Malpighi (1687) über das Hühnchen, neben denen noch A. Spigelius (1631), C. Needham (1667) und Ruysch in Betreff des Menschen und der Säugethiere, Harvey (1652; *Omne vivum ex ovo*), Regner de Graaf († 1673; Follikel im Eierstock), Swammerdam († 1685; Furchung beim Frosche) und Leeuwenhoek (1690; Samenthierchen) zu nennen sind.

Aristoteles.

Mittelalter.

ALBIN. HALLER.

Das 18. Jahrhundert hat neben ALBINUS (*Icones ossium foetus*) und A. v. HALLER (Entw. der Knochen und des Herzens) einen Mann erzeugt, von dem wir mit Recht die wissenschaftliche Embryologie datiren, CASPAR FRIEDRICH WOLFF (geb. 1733 in Berlin, gest. 1794 als Akademiker in Petersburg). In seinen zwei Hauptarbeiten: *Theoria generationis* 1759 und *De formatione intestinorum* 1768 u. 69, hat WOLFF nicht nur bedeutungsvolle allgemeine Betrachtungen angestellt (Vertheidigung der Epigenese gegenüber der Evolutionstheorie u. s. w.) und die Entwicklung des Hühnchens in einer Weise bearbeitet, wie dies noch nicht geschehen war, sondern auch zum ersten Male ein zusammengesetztes Organ, wie den Darmkanal, auf eine einfache blattförmige Anlage zurückgeführt, was ihn schliesslich zu der Vermuthung brachte, dass alle Hauptsysteme des Körpers aus einfachen blattförmigen Anlagen hervorgehen. Durch diese wenigstens einem Theile nach durch Thatsachen begründete Hypothese ist WOLFF der erste Vorfechter der sogenannten Blättertheorie geworden, welche dann durch PANDER und v. BAER ihre wissenschaftliche Begründung und durch REICHERT und REMAK ihre weitere Ausbildung fand.

WOLFF.

Blättertheorie.

Mit dem Namen Blättertheorie bezeichnet man die Lehre, der zu folge alle Hauptsysteme des Körpers aus einfachen blattförmigen Anlagen hervorgehen, welche aus dem befruchteten Eie sich bilden. Da der Hühnerembryo, der von altersher der Ausgangspunkt der embryologischen Untersuchungen war, leicht nachweisbarer Weise an der Stelle des Hahnentrittes aus dem scheibenförmigen Keime hervorgeht und zur Zeit, in der die ersten Gefässe sichtbar werden, noch bestimmter die Form einer rundlichen Platte besitzt, so lag es sehr nahe, blattförmige Bildungen als Ausgangspunkt für die Gestaltung des embryonalen Leibes aufzustellen. Ganz andere Schwierigkeiten machte dagegen der Nachweis einmal, wie die einfache blattförmige Anlage zu den späteren Organen und Systemen sich gestaltet, und zweitens dass dieselbe aus mehreren Schichten von typischer Bedeutung, den sogenannten Keimblättern, besteht. In letzter Beziehung gelang CHRISTIAN PANDER hier in Würzburg unter der Leitung DÖLLINGER's in seiner Dissertation (*Hist. metamorphoseos, quam ovum incubatum prioribus quinque diebus subit, Wirceburgi* 1817) und in seinem Beitr. zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Eie (Würzburg 1817) zuerst der Nachweis von 3 Keimblättern, die er von aussen nach innen das seröse Blatt, die Gefässschicht und das Schleimblatt nannte, und KARL ERNST v. BAER, ebenfalls einem Schüler DÖLLINGER's und theilweisen Zeugen der PANDER'schen Untersuchungen, war es dann vorbehalten, die Keimblätter noch genauer zu bestimmen und namentlich auch deren Umgestaltungen in ein bestimmtes Licht zu

PANDER. DÖLLINGER. v. BAER.

setzen (Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere, Beobachtung und Reflexion, Theil I 1828, Theil II 1837).

Durch diese beiden Werke ist v. BAER in der glänzendsten Weise in die Fusstapfen WOLFF's und PANDER's getreten, und dürfen dieselben sowohl wegen des Reichthums und der Vortrefflichkeit der Thatsachen als auch der Gediegenheit und Grösse der allgemeinen Betrachtungen halber unbedingt als das Beste bezeichnet werden, was die embryologische Literatur aller Zeiten und Völker aufzuweisen hat.

Die Leistungen BAER's im Einzelnen so namhaft zu machen, wie sie es verdienen, ist hier ganz unmöglich, und beschränke ich mich auf Folgendes. Das Thatsächliche anlangend, so geben seine Arbeiten einmal die erste vollständige und bis ins Einzelne durchgeführte Untersuchung über die Entwicklung des Hühnchens und stellen zweitens auch diejenige der übrigen Wirbelthiere in einer Weise dar, wie sie noch nicht dagewesen war, so dass er als der eigentliche Schöpfer der vergleichenden Embryologie zu betrachten ist. Wollte man VON BAER's Entdeckungen besonders hervorheben, so müsste man System für System, Organ um Organ aufzählen, indem sein Scharfblick und seine Ausdauer überall Neues zu Tage förderte, und begnüge ich mich daher damit, als wichtigste Funde die des wahren Ovulum der Säugethiere (*De Ovi mammal. et hominis genesi, Lipsiae* 1827), der *Chorda dorsalis* und der Entwicklung des Amnion und der serösen Hülle zu erwähnen. Ebenso gross wie in der Beobachtung war v. BAER auch in seinen Reflexionen, und gebe ich in Folgendem eine kurze Skizze seiner theoretischen Auffassungen.

Nach v. BAER ist der Keim in der ersten Zeit wohl an seinen Oberflächen von verschiedener Beschaffenheit, aussen glatt, innen mehr körnig, aber nicht in Schichten spaltbar und namentlich in seinem Innern nicht differenzirt. Später erst macht sich eine Trennung in zwei Lagen bemerklich, eine animale und vegetative, in der Art, dass erst die Oberflächen sich sondern, und dann auch die anfangs indifferente Mitte in eine obere und untere Lamelle sich spaltet, so dass dann jede Hauptlage aus zwei Schichten besteht, die animale aus der Hautschicht und der Fleischschicht, und die vegetative aus der Gefässschicht und der Schleimschicht. Aus diesen Schichten entwickeln sich dann in zweiter Linie was v. BAER Fundamentalorgane nennt (Bd. I Scholion III S. 153 und Scholion IV S. 160; Bd. II S. 67 u. flgde.), welche nach ihm die Form von Röhren haben. So bildet die Hautschicht die Hautröhre und die Röhre des centralen Nervensystems, von welch letzterer v. BAER zwar die

allererste Entwicklung nicht verfolgt hat, aber doch aus guten Gründen in sehr bemerkenswerther Weise ihr Hervorgehen aus den mittleren Theilen der Hautschicht annimmt (I S. 154, 165, 166; II S. 68 Anm.). Aus der Fleischschicht entsteht die Doppelröhre des Knochen- und Muskelsystems mit der unpaaren knöchernen Axe, die Gefäss- und Schleimschicht endlich formen einmal in Verbindung mit einander die Röhre des Darmkanals und ausserdem die erstere allein die freilich verwachsende Röhre des Gekröses. Aus diesen wenigen fundamentalen Röhren entwickeln sich dann zugleich mit histologischen Sonderungen und morphologischen Differenzirungen in der äusseren Gestaltung alle späteren Organe des Körpers, in welcher Beziehung besonders hervorgehoben zu werden verdient, dass v. BAER die Sinnesorgane zur Nervenröhre, dann die Speicheldrüsen, Leber, Pancreas, Lungen zur Darmröhre, endlich das Herz, das dem Gekröse homolog gesetzt wird, die Nebennieren, Schilddrüse, Thymus, Milz, WOLFF'schen Körper, die ächten Nieren und die Geschlechtsdrüsen wenigstens bei den Vögeln zum Gefässblatte stellt und von demselben ableitet.

Neueste Zeit.

Nachdem so die Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im 2. und 3. Decennium unseres Jahrhunderts ihre erste wissenschaftliche Begründung und eine mustergültige Vollendung im Einzelnen gefunden hatte, wurde sie endlich im Zusammenhange mit den Entdeckungen SCHWANN's über die elementare Zusammensetzung der Thiere in das Stadium geführt, in dem sie jetzt noch sich befindet, in welchem das Bestreben der Forscher darauf hinausgeht, die Keimblätter und Fundamentalorgane v. BAER's auf ihre histologischen Elemente zurückzuführen und den Nachweis ihres Zusammenhanges mit der Eizelle zu liefern, mit Einem Worte die ganze Entwicklungsgeschichte histologisch zu begründen. Da die wichtigsten hier in Betracht kommenden Momente in diesem Werke ausführlich zur Besprechung kommen werden, so soll hier nur noch in Kürze über die Hauptgesichtspunkte gehandelt werden, die bei den embryologischen Untersuchungen unserer Tage sich als massgebend erwiesen haben.

Elementare Vorgänge bei der Entwicklung.

Erstens die Zurückführung der Keimblätter auf die Eizelle anlangend, so hat sich ergeben, dass die letztere, nach einer eigenthümlichen Vermischung des männlichen befruchtenden Elementes oder der Samenfäden mit Theilen des Eies, durch fortgesetzte Zellenbildung, die meist als Zellentheilung in Gestalt der sogenannten Furchung auftritt, eine grosse Zahl von hüllenlosen kernhaltigen Elementen (Protoblasten) erzeugt. Diese bilden durch besondere Anordnung die Keimblätter und liefern, in ununterbrochener Formfolge, ohne dass durch

selbständige Zellenbildung andere Elemente dazu kämen, alle späteren Elementartheile des fertigen Geschöpfes.

Entwicklung der Keimblätter.

Zweitens wurde die Entstehung der Keimblätter selbst und ihre Umbildung in die späteren Organe der Gegenstand vieler und sorgfältiger Untersuchungen, unter denen vor Allem die von Remak lange Zeit hindurch die massgebenden waren.

Remak.

Nach Remak (Unters. üb. d. Entw. d. Wirbelthiere 1850—55) besteht die Keimhaut des Hühnchens am gelegten Eie aus zwei Schichten, zu denen dann noch ein mittleres Blatt hinzukommt, welches von dem ursprünglichen unteren Blatte sich abzweigt. Aus diesen 3 Keimblättern entstehen alle Organe und Systeme des Körpers, und zwar liefert das äussere oder sensorielle Keimblatt die Epidermis und das centrale Nervensystem, ausserdem die Linse im Auge, das Epithel der Gehörblase, die zelligen Elemente aller Hautdrüsen, die nervösen Apparate des Auges sammt der Aderhaut und den nervösen Theil des Geruchsorgans. Aus dem mittleren oder motorisch-germinativen Blatte entstehen das Knochen- und Muskelsystem, sowie die peripherischen Nerven, ferner alle bindegewebigen Theile und Gefässe mit Ausnahme derer des centralen Nervensystems, die sogenannten Blutgefässdrüsen, die Urnieren und die Geschlechtsdrüsen. Aus dem innern Keimblatte endlich oder dem Darmdrüsenblatte lässt Remak das gesammte Darmepithel hervorgehen, ferner die Epithelien aller Darmdrüsen (Lungen, Leber, Pancreas etc.) sowie der Nieren. — Somit besteht nach Remak im Allgemeinen der Keim aus zwei epithelialen Blättern und einer Bindegewebe (Knorpel, Knochen), Gefässe, Muskeln und Nerven enthaltenden mittleren Lage, die in Verbindung mit den beiden anderen Lagen die Haut und die Schleimhäute und alle Drüsen liefert, eine Aufstellung, bei welcher allerdings einige Ausnahmen das Gesammtbild trüben, wie die, dass das äussere Keimblatt auch die Gefässe der nervösen Centralorgane und der Aderhaut liefern soll und das mittlere Keimblatt Nerven und Drüsenepithelien (Urnieren, Sexualdrüsen). Nichts destoweniger wurde die Remak'sche Keimblättertheorie allgemein mit grossem Enthusiasmus aufgenommen, und mit Recht, denn dieselbe verbreitete zuerst ein helleres Licht über den Bau und die Verwerthung der Keimblätter und die histologischen Beziehungen derselben zu den Organen und Systemen des fertigen Organismus.

His.

An dieser Remak'schen Keimblättertheorie haben bis auf die neueste Zeit fast alle Forscher im Wesentlichen festgehalten, und ist eigentlich nur Ein Forscher, His, zu nennen, welcher die Grundlagen derselben zu erschüttern versucht hat (Unters. ü. d. erste Anlage d. Wirbelthierleibes 1868). Der Grundgedanke von His ist der, dass der Embryo des Hühn-

chens nicht einzig und allein aus der Keimscheibe des gelegten Eies sich aufbaut, wie fast alle Embryologen vor ihm angenommen hatten, sondern auch aus einem Theile des weissen Dotters. Aus der Keimscheibe entwickelt sich nach His das gesammte Nervengewebe, das Gewebe der quer gestreiften und der glatten Muskeln, sowie dasjenige der (ächten) Epithelien und der Drüsen. Aus den Elementen des weissen Dotters geht das Blut hervor und das Gewebe der Bindesubstanz. Die erstere Anlage nennt His Hauptkeim oder Archiblast, und nach seiner hervorragendsten physiologischen Leistung Neuroblast; die zweite heisst Nebenkeim oder Parablast, auch Haemoblast. Diese neue Lehre, die auf neue Studien über die Entwicklung der Primitivorgane des Keimes sich gründet, suchte His auch noch dadurch zu stützen, dass er den Nachweis versuchte, dass auch der weisse Dotter des Hühnereies aus Zellen besteht, und dass das ganze Ei aus einer doppelten Quelle stammt. Nach den Auseinandersetzungen von His ist nämlich beim Hühnereie das Keimbläschen und das Material der Keimschicht archiblastischen Ursprunges, und hat den Werth einer Drüsenzelle, während der Dotter von parablastischen Theilen, d. h. von eingewanderten Bindesubstanzzellen des Eierstockes abstammt.

Diese Darstellung von His, obschon geistreich durchgeführt und scheinbar durch viele vortreffliche Beobachtungen gestützt, hat bis jetzt bei keinem Forscher volle Zustimmung gefunden, und war namentlich ich genöthigt, mich dagegen zu erklären, dass irgend ein Theil des weissen Dotters des Hühnchens an dem Aufbaue des Embryo einen directen Antheil nehme. Auch ich musste in der Hauptsache an Remak mich anschliessen, ohne zu verkennen, dass seine Keimblätterlehre, auch abgesehen von Einzelnheiten, nicht nach allen Seiten aufrecht erhalten werden kann. So wurde von Götte und von mir namentlich hervorgehoben, dass die Keimblätter keine histiologischen Primitivorgane sind, und *potentia* und z. Th. *actu* die Fähigkeit haben, verschiedene Gewebe aus sich hervorzubilden.

Entwicklungsgesetze.

Drittens erwähnen wir noch die Leistungen der neueren Embryologie mit Bezug auf die Entwicklungsgesetze. Hier ist vor allem die Descendenzlehre zu nennen, die durch gewisse ihrer Vertreter, vor allem durch E. Haeckel, den Nachweis versucht hat, dass die Entwicklungsgeschichte der Einzelwesen oder die Ontogonie nichts anderes sei als eine kurze Recapitulation der Stammesgeschichte oder Phylogonie und einzig und allein aus dieser sich erkläre. Anpassung und Vererbung sind von diesem Standpunkte aus die Triebfedern der Stammes-

Descendenzlehre.

geschichte, und da jedes einzelne Wesen in seiner Entwicklung, wie HAECKEL behauptet, nur die Stammesgeschichte wiederholt, so kann man auch einfach sagen: »die Phylogenese sei die mechanische Ursache der Ontogenese«. Ich habe an einem andern Orte (Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl.) die Einseitigkeit dieser Lehre nachgewiesen, zugleich aber auch anerkannt, dass dieselbe nach gewissen Seiten Berechtigung besitzt und gezeigt, in wie weit sie auf solche Anspruch machen kann.

Ganz anderer Art ist der Versuch von HIS, die ganze Ontogonie auf mechanische Verhältnisse zu begründen, dem wir schon in seinem grossen Werke begegnen und der auch in einer zweiten Schrift (Unsere Körperform, Leipzig 1875) wiederum mit Energie vertheidigt wird. Die Hypothese von HIS, dass der ganzen Entwicklung des Körpers verhältnissmässig sehr einfache mechanische Momente (Spannungen von elastischen Platten in Folge wechselnder Wachsthumsgrössen gewisser Theile, Faltungen derselben in Folge von Widerständen u. s. w.) zu Grunde liegen, verdient nicht blos desshalb alle Beachtung, weil sie der erste Versuch ist, die Formbildung im Sinne der neueren Naturforschung logisch zu begründen, sondern weil sie auch unstreitig viel Wahres an sich trägt. Und wenn auch HIS meiner Ueberzeugung nach das innere und letzte Moment aller Entwicklung, das Wachsthum der Elementartheile, viel zu wenig in den Vordergrund gestellt hat, so wird doch jeder Embryologe nicht umhin können, anzuerkennen, dass die mechanische Seite der Entwicklungsvorgänge bisher viel zu wenig gewürdigt worden ist, und es HIS danken, dass er zu erneutem Studium derselben die Anregung gegeben hat.

GÖTTE.

Endlich hat auch GÖTTE die allgemeineren Fragen zum Gegenstande ausführlicher Erörterungen gemacht und physicalische Vorgänge, z. Th. im Sinne von HIS, z. Th. in eigenthümlicher Weise als die Grundphänomene jeder Entwicklung hingestellt, so jedoch, dass es ganz unmöglich ist, die Anschauungen dieses Gelehrten in Kürze wiederzugeben.

Wichtigste embryologische Literatur.

A. Handbücher.

Valentin, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Berlin 1835.
Bischoff, Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842.
H. Rathke, Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Leipzig 1861.
A. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1. Aufl. Leipzig 1861, 2. Aufl. 1879.
Schenk, Lehrbuch der vergl. Embryologie der Wirbelthiere. Wien 1874.
M. Foster und Fr. M. Balfour, The elements of embryology. Part. I. (Hühnchen) London 1874, auch in Uebersetzung durch Kleinenberg. Leipzig 1876.

W. His, Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung. Leipzig 1875.

Ferner sind zu erwähnen die Darstellungen der Embryologie in den Handbüchern der Physiologie von J. Müller, Burdach, R. Wagner, Funke, Brücke und Longet, in der Anatomie von Sappey (3. Edit. Vol. IV p. 821—944. Paris 1879), in der Anatomie von Quain, neueste Auflage, und im Handwörterbuche der Physiologie von Wagner durch Bischoff.

B. Entwicklungsgeschichte des Menschen.

Hunter, Anatomia uteri humani gravidi. London 1775.
Sömmering, Icones embryonum human. Francof. 1799.
Seiler, Die Gebärmutter und das Ei des Menschen. Dresden 1831.
Bréschet, Études anatomiques sur l'oeuf humain. Paris 1832.
Velpeau, Embryologie ou Ovologie humaine. Paris 1833.
Erdl, Die Entwicklung der Leibesform des Menschen. Leipzig 1846.
Coste, Histoire générale et particulière du développement des corps organisés. 1847—1859. Pl. I—XII.
A. Ecker in den Icones physiologicae. 2. Aufl. 1851—59. Taf. XII—XXXI.
V. Hensen, Beitrag zur Morphologie des menschlichen Embryo im Arch. f. Anat. 1877.
Reichert, Beschreibung einer frühzeitigen menschlichen Frucht im bläschenförmigen Bildungszustande. Berlin 1873.
Henke, Zur Anatomie des Kindesalters, im Handbuche der Kinderkrankheiten von Gerhardt. Bd. I.

C. Entwicklungsgeschichte der Thiere.

Pander, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Eie. Würzburg 1817.
von Baer, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere, Beobachtung und Reflexion. 2 Th. Königsberg 1828 und 1837.
Rathke, Entwicklungsgeschichte der Natter 1839, der Schildkröten 1848 und der Krokodile 1866.
Reichert, Entwicklungsleben im Wirbelthierreiche 1840 und Entwicklung des Meerschweinchens 1862.
Bischoff, Entwicklungsgeschichte des Kaninchens 1842, des Hundeeies 1845, des Meerschweinchens 1852 und Abh. der Bayr. Akademie II. Cl. Bd. X, und des Rehes 1854.
Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1850—55.
W. His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.
C. Götte, Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1874.
Balfour, The development of the Elasmobranch fishes. London 1878.
Hensen, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens, in Zeitschr. für Anatomie und Entwickl. Bd. I. 1876.
E. A. Schäfer, Development of the guinea pig, in Journal of Anat. and Phys. Vol. X.

Erster Hauptabschnitt.

Von der Entwicklung der Leibesform und den Eihüllen.

§ 1.

Indem ich mich zur eigentlichen Aufgabe dieses Werkes wende, beabsichtige ich, die Entwicklung des Menschen und der höheren Thiere in zwei Abschnitten zu besprechen, von denen der eine die erste Anlage der Leibesform und der wichtigsten Organe, der zweite die spätere Entwicklung der einzelnen Organe und Systeme zum Gegenstande haben wird. Hierbei soll, wo immer durchführbar, der menschliche Organismus zum Ausgangspunkte gewählt werden. Da jedoch unsere Kenntnisse über die frühesten Zustände des befruchteten menschlichen Eies sehr mangelhaft sind, so ist es nicht anders möglich, als für diese Periode die höheren Wirbelthiere und vor Allem die Säugethiere zu Grunde zu legen, deren Entwicklung, wenigstens was die Leibesanlagen betrifft, nach Allem, was wir wissen, mit derjenigen des Menschen in hohem Grade übereinstimmt.

§ 2.

Von dem unbefruchteten Eie.

Unbefruchtetes Ei.

Das unbefruchtete Ei zeigt bei allen Geschöpfen die bekannten drei Theile: den Dotter (*Vitellus*), das Keimbläschen (*Vesicula germinativa*, PURKINJE'sches Bläschen) und den oder die Keimflecken (*Macula germinativa*, WAGNER'scher Fleck); doch finden sich trotz dieser allgemeinen Uebereinstimmung mancherlei Verschiedenheiten im Einzelnen. So sind einmal die Umhüllungen des Eies sehr verschieden und erscheinen in den einen Fällen nur von einer, vom Eie selbst erzeugten Haut, der Dotterhaut, *Membrana vitellina*, gebildet; andere Male wird diese Eihülle von einer vom Eisäckchen hervorgebrachten Membran, der *Tunica adventitia* oder äusseren Eihaut (*Chorion* der Autoren), darge-

stellt; noch in anderen Eiern endlich finden sich beiderlei Eihüllen. Vor Allem aber ist es der Dotter, der sehr wechselnde Verhältnisse darbietet. Bei den einen Eiern wird der gesammte Dotter zur Anlage des Embryo verwendet, während bei den anderen nur einem kleineren Theile des Eiinhaltes diese Bedeutung zukommt, und das meiste einfach Nahrungsstoff für das werdende Geschöpf ist. Reichert gebraucht zur Bezeichnung dieser beiden Dotterarten die Ausdrücke »Bildungsdotter« und »Nahrungsdotter«, und die Eier selbst nennt Remak, je nachdem sie nur Bildungsdotter oder beide Dotterarten enthalten, »holoblastische« und »meroblastische«.

Bildungsdotter und Nahrungsdotter.

Weitere Untersuchungen haben nun ferner herausgestellt, dass auch die Eier mit Nahrungsdotter noch weiter untereinander verschieden sind, indem bei den einen dieser Dotter von der ursprünglichen Eizelle gebildet wird, bei den andern dagegen in dieser oder jener Weise von aussen zur Eizelle dazu kommt, und so gelangt man dazu, die Eier in erster Linie in zwei grosse Abtheilungen, einfache und zusammengesetzte, zu sondern, bei welchen dann wieder Unterabtheilungen anzunehmen sind.

Einfache Eier.

Einfache Eier nennen wir solche, die einer einzigen Zelle entsprechen und bei denen der Bildungs- und Ernährungsstoff des Embryo oder der Dotter ganz und gar den Werth eines Zelleninhaltes besitzt, weshalb wir denselben primären Dotter heissen. Diese Eier mit primärem Dotter zerfallen in holoblastische und meroblastische, von denen die letzteren wieder viele Unterformen mit allmäligem Uebergange zu den Eiern zeigen, die nur Bildungsdotter führen. — Die holoblastischen Eier zeigen nach der Befruchtung jene eigenthümliche Zerklüftung des ganzen Dotters, die man die totale Furchung genannt hat, während bei den meroblastischen Eiern nur der Bildungsdotter zerfällt, was partielle Furchung heisst. (Siehe unten.)

Primärer Dotter.

Säugethierei.

Als Typus des einfachen holoblastischen Eies kann das Säugethierei gelten. Dasselbe besitzt eine verhältnissmässig dicke Hülle, die wie eine helle Lage den Dotter umgiebt und daher den Namen *Zona pellucida* erhielt. Dieselbe hat die Bedeutung einer *Adventitia* oder äusseren Eihaut und wird vom Eisäckchen abgesondert (Pflüger). Eine Oeffnung zum Eindringen der Samenfäden, eine sogenannte Mikropyle, fehlt dieser Hülle, dagegen zeigt dieselbe mehr weniger bestimmte Andeutungen von Porenkanälchen.

Der Dotter der Säugethiere zeigt zwei Bestandtheile, einen homogenen, mehr flüssigen und einen körnigen, der zum Theil aus dunklen fettähnlichen Kügelchen verschiedener Grösse, zum Theil aus blassen feinsten Körnchen besteht, deren Natur nicht weiter ermittelt ist. In den

Eiern mancher Gattungen sind die dunklen Körner zahlreich und dann erscheint der Dotter weisslich, wie z. B. bei der Kuh und der Katze, bei andern Geschöpfen sind dieselben spärlicher, wie beim Menschen, und die Eier mehr hell und durchscheinend.

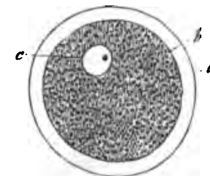


Fig. 1.

Im Innern des Dotters und meist nicht ganz in der Mitte liegt ein kugelrundes bläschenförmiges Gebilde, das Keimbläschen oder PURKINJE'sche Bläschen (*Vesicula germinativa*), mit klarer, heller Flüssigkeit im Innern und mit Einem dunkleren festeren Kerne, dem Keimflecken oder WAGNER'schen Flecken (*Macula germinativa*). Das reife menschliche und Säugethierei misst durchschnittlich 0,2 mm, das Keimbläschen 40—50 μ und der Keimfleck 5—7 μ.

Demselben Typus wie die Eier der Säugethiere folgen auch diejenigen vieler niederen Thiere, namentlich aus den Abtheilungen der Würmer, Mollusken, Echinodermen und Polypen, doch sind in vielen Fällen neue Untersuchungen nöthig, um zu bestimmen, ob nicht bei manchen später, nachdem die totale Furchung des Dotters mehr oder weniger weit gediehen ist, doch noch ein Theil des Dotters von dem übrigen sich sondert und als Nahrungsdotter verwendet wird.

Als Typus der meroblastischen einfachen Eier wähle ich das Ei des Huhnes, dessen Verhältnisse am genauesten verfolgt sind.

Ei des Huhnes.

Das Eierstocksei des Huhnes besteht, wenn wir zunächst nur die makroskopischen Verhältnisse berücksichtigen, aus einer zarten *Tunica adventitia* und aus dem Dotter. Am Dotter unterscheidet man den Bildungsdotter und den Nahrungsdotter, von denen der letztere die Hauptmasse des Ganzen ausmacht und wieder in den weissen und den gelben Dotter zerfällt. Der Bildungsdotter (Fig. 2 *b*) stellt eine nicht ganz scharf abgegrenzte, rundliche, weisse Scheibe von 2,5—3,5 mm im Durchmesser und 0,28—0,37 mm Dicke in der Mitte, den Hahnentritt oder die Narbe (*Cicatricula*), besser die Keimschicht oder Keimscheibe (*Stratum s. Discus proligerus*) dar, die einer bestimmten Stelle des Nahrungsdotters oberflächlich anliegt. Macht man einen senkrechten Durchschnitt durch ein erhärtetes Ei, so zeigen sich die Verhältnisse in folgender Weise. Die Keimschicht erscheint als eine kleine weisse, in der Mitte dickere und

Fig. 1. Ovulum des Menschen aus einem mittelgrossen Follikel 250mal vergr. *a* Dotterhaut *Zona pellucida*, *b* äussere Begrenzung des Dotters und zugleich innere Grenze der Dotterhaut, *c* Keimbläschen mit dem Keimfleck.

nach innen vorspringende Scheibe an der Peripherie des hier weisslich erscheinenden Nahrungsdotters dicht unter der Dotterhaut, und von letzterem aus zieht sich, der Mitte des Bildungsdotters entsprechend, wie ein weisslicher Strang oder Zapfen von Nahrungsdotter in das Innere des gelben Dotters hinein, der sich dann im Centrum des Gelben zu einem unregelmässig kugeligen Gebilde von derselben Färbung verbreitert. Diesen ganzen Theil des Dotters unterhalb des *Discus proligerus* und in der Mitte des Gelben nennt man den weissen Dotter oder das Dotterweiss. Derselbe ist flüssiger, weicher als die übrigen Theile des Dotters, und hat man daher auch die Verhältnisse so ausgedrückt, dass man im Innern des Dotters eine Höhle (*Latebra*, PURKINJE) beschrieb, von der ein Kanal gegen die Keimscheibe an die Oberfläche ziehe. Abgesehen von dieser Hauptmasse, findet sich weisser Dotter auch noch in einer ganz dünnen, von blossem Auge nicht wahrnehmbaren Lage an der Gesammtoberfläche des gelben Dotters dicht unter der Dotterhaut, welche »weisse Dotterrinde« am Rande der Keimscheibe unter dieselbe tritt und hier mit dem übrigen weissen Dotter sich verbindet.

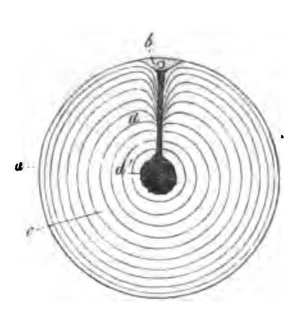


Fig. 2.

Die ganze übrige grössere Masse des Nahrungsdotters wird von dem gelben Dotter gebildet, welcher am hartgekochten Eie mehr oder weniger bestimmte Andeutungen von Schichten zeigt, die im Allgemeinen dem weissen Dotterkerne und dem weissen Stiele desselben gleich verlaufen.

Im *Discus proligerus* findet sich im Eierstockseie das Keimbläschen als ein rundes, abgeplattetes und somit linsenförmiges Gebilde, das in reifen Eiern dicht an der Dotterhaut seine Lage hat (Fig. 3).

Die mikroskopischen Verhältnisse anlangend, so ergiebt sich Folgendes.

Die *Tunica adventitia*, bisher Dotterhaut genannt, ist eine 7 μ dicke, zarte Haut, die an der Fläche undeutlich faserig und körnig erscheint.

Der gelbe Dotter besteht aus einer in verschiedener Menge vorhandenen Zwischenflüssigkeit und aus weichen, dehnbaren, rundlichen

Fig. 2. Schematischer Durchschnitt durch einen reifen Hühnerdotter. *a* Aeussere Eihaut (*Tunica adventitia*), *b* Keimschicht oder Bildungsdotter mit dem Keimbläschen. *c* Gelber Nahrungsdotter mit den Schichtungslinien. *d* Weisser Nahrungsdotter mit *d'* der grösseren Ansammlung im Innern des gelben Dotters.

Elementen von 23—100 μ Grösse, welche einen gleichmässig feinkörnigen gelben Inhalt ohne Spur eines Zellenkernes zeigen und vielleicht eine zarte Hülle, auf jeden Fall aber eine Rindenschicht besitzen, die dichter ist als das Innere.

Das körnige Aussehen des gelben Dotters im gekochten Eie rührt von den gelben Dotterkugeln her, und erscheinen dieselben überall da, wo sie nur wenig Zwischenflüssigkeit zwischen sich haben, durch gegenseitigen Druck vieleckig, oft wie Krystalle.

Der weisse Dotter besteht aus Flüssigkeit und kugeligen grösseren und kleineren Gebilden. Die kleinsten sind einfache dunkelrandige Körnchen, vom Aussehen von Fetttropfen; die grösseren von 18—22 μ

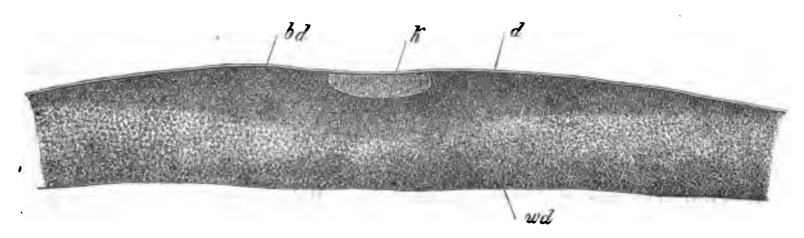


Fig. 3.

im Mittel, 4—75 μ in den Extremen, sind, wenigstens alle grösseren, deutlich Bläschen, die neben einer hellen Flüssigkeit eine oder mehrere, Fetttropfen ähnliche dunkle Kugeln enthalten und Uebergänge zu den Elementen des gelben Dotters zeigen.

Die Keimscheibe, der *Discus proligerus* (Fig. 3 *bd*), ist eine feinkörnige Substanz, die in der Tiefe ganz allmälig und ohne scharfe Grenze in den weissen Dotter *wd* übergeht und in der Mitte, der Dotterhaut anliegend, das 0,4—0,5 mm breite, 0,1 mm dicke, scheibenförmige Keimbläschen *k* zeigt, das innerhalb einer zarten Hülle eine helle Flüssigkeit ohne Spur von Keimflecken enthält.

In jungen Eierstockseiern ist das Keimbläschen kugelrund, mitten im Dotter gelegen und mit einem deutlichen Keimfleck versehen.

Nach demselben Typus, wie das Ei des Huhnes, sind die Eier aller Vögel, der Reptilien, der Fische, mit Ausnahme der Cyclostomen, der Cephalopoden und der höheren Kruster und Arachniden gebaut, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei den Wirbelthieren der Bildungsdotter schon

Fig. 3. Senkrechter Schnitt durch den Bildungsdotter oder die Keimscheibe eines reifen Eierstockseies. Vergr. 30. *bd* Bildungsdotter, *wd* weisser Dotter; *k* Keimbläschen, *d* Dotterhaut sammt Follikelepithel.

im unbefruchteten Eie sichtbar ist, bei den Wirbellosen dagegen allem Anscheine nach erst mit dem Beginne der Entwicklung als eine besondere Lage erscheint.

Zusammengesetzte Eier.

Secundärer Dotter.

Die zweite Hauptart der Eier sind die zusammengesetzten. Mit diesem Namen bezeichne ich Eier, bei denen zu dem primitiven Eie noch eine zweite Substanz, die man secundären Dotter nennen kann, dazu kommt, die die Rolle von Nahrungsdotter spielt und entweder in besonderen Organen oder in besonderen Zellen des Eierstocks gebildet wird. Solche Eier sind zusammengesetzt und entsprechen nicht einer einfachen Zelle. Uebrigens bilden die einen derselben doch einheitliche Körper, indem der secundäre Dotter mit dem primären des Eies selbst verschmilzt (Insecten) oder in denselben übergeht (Prorhynchus), so dass das Ganze auf den ersten Blick von einem einfachen Eie nicht zu unterscheiden ist. Die andern dagegen bleiben zusammengesetzt, und umschliesst bei ihnen der secundäre Dotter ein gut begrenztes einfaches Ei mit Dotter, Keimbläschen und Keimfleck (Trematoden, Cestoden, Turbellaria rhabdocoela).

Werfen wir zum Schlusse noch einen Blick auf die Bedeutung der Eier und Eitheile, so finden wir, dass bei allen Thieren das einfache Ei einer Zelle gleichzusetzen ist, und somit Dotter, Keimbläschen und Keimfleck dem Zelleninhalte, dem Kerne und dem Kernkörperchen homolog sind. Auch die meroblastischen Eier sind meiner Meinung nach nicht in anderer Weise aufzufassen, obschon der Nahrungsdotter wesentlich als eine Absonderung des Eisäckchens aufzufassen ist.

§ 3.

Erste Entwicklungsvorgänge im befruchteten Eie. Totale Furchung.

Bei allen Geschöpfen beginnt die Entwicklung des Eies mit eigenthümlichen Theilungserscheinungen, die je nach der Beschaffenheit des Eies in verschiedener Weise vor sich gehen, immer und ohne Ausnahme jedoch die Entstehung einer grossen Zahl von zelligen Elementen von der Natur von Protoblasten oder hüllenlosen Zellen zur Folge haben, welche als Baumaterial für den werdenden Embryo dienen. Bei den einfachen Eiern finden sich zwei extreme Formen dieser Theilungen, die die totale und partielle Furchung des Dotters heissen (*Disseptio vitelli partialis et totalis*).

Totale Furchung.

Bei der totalen Furchung zerfällt der gesammte Dotter in zwei, vier, acht und dann immer mehr kleine Abschnitte mit je einem Kerne,

sogenannte Furchungskugeln oder Furchungsabschnitte, bis am Ende eine grosse Zahl kleinster solcher Körper gebildet ist, von welchen dann die weitere Entwicklung ausgeht. Die partielle Furchung dagegen betrifft nur den Theil des Dotters meroblastischer Eier, den wir früher Bildungsdotter nannten, der ebenfalls nach und nach in mikroskopische Bildungselemente sich zerklüftet, während der Nahrungsdotter ganz unbetheiligt an diesen Vorgängen ist.

Partielle Furchung.

Zwischen diesen beiden in der äusseren Erscheinung sehr abweichenden Vorgängen stehen Formen in der Mitte, die mit totaler Furchung beginnen und damit enden, dass früher oder später ein Theil des Dotters, das heisst der Furchungsabschnitte, zu einem Ernährungsmateriale oder Nahrungsdotter sich umgestaltet und aufgelöst wird.

Ich schildere nun zunächst die Vorgänge genauer, die im befruchteten Säugethiereie auftreten.

Furchung des Säugethiereies.

Das Säugethierei wird in der Regel im Eileiter befruchtet und hier läuft nun der so eigenthümliche und vielbesprochene Furchungsprozess an demselben ab. Als erstes Zeichen der Befruchtung, welche immer auch durch die an der Zona haftenden oder innerhalb derselben befindlichen und manchmal noch beweglichen Samenfäden erkannt wird, ergiebt sich, nachdem das Keimbläschen theilweise geschwunden ist, das Auftreten eines neuen Kernes im Dotter, und wird die Dotterkugel von nun an der Ausgangspunkt einer grossen Menge ähnlicher, aber viel kleinerer Kugeln, der sogenannten Furchungskugeln, die durch wiederholte Theilungen in bestimmter gesetzmässiger Weise aus ihr hervorgehen.

Zuerst spaltet sich die genannte Kugel unter dem Auftreten einer rings herumgehenden Furche in zwei Halbkugeln (Fig. 4), von denen jede einen Kern enthält. Die beiden neuen Furchungskugeln theilen sich wieder in je zwei durch Furchen, die die erste unter rechtem Winkel schneiden, so dass 4 Kugeln entstehen (Fig. 5), welche bald einfach aneinander liegen, so dass sie zusammen eine Kugel bilden, bald zwei und zwei zusammen kreuzweise gestellt sind. Durch weitere Theilungen dieser 4 ebenfalls kernhaltigen Kugeln bilden sich acht, die schon ganz unregelmässig liegen (Fig. 6), dann 16, 32, 64, die immer kleiner und kleiner werden (Fig. 7), und so fort, bis endlich eine grössere Zahl kleinerer Kugeln da sind, die alle ihren Kern im Innern zeigen. Der Dotter, der in den ersten Stadien dieses Theilungsprozesses eine ganz höckerige Oberfläche darbot, so dass er einer Brombeere oder Himbeere verglichen werden konnte, bietet nunmehr wieder eine glatte Oberfläche dar, so dass man das Ei auf den ersten Blick von einem nicht gefurchten nicht unterscheidet, doch erkennt man bei genauerer Untersuchung die kleinsten Furchungskugeln leicht, deren Grösse zwischen 20 und 45 μ beträgt.

Mit den ersten Stadien des Furchungsprozesses treten innerhalb der Zona pellucida ein, zwei oder selbst noch mehr helle rundliche Gebilde auf (Richtungsbläschen der Autoren, *globules polaires* Robin), welche neben den Furchungskugeln liegen (Fig. 4, 5) und losgelöste Theile des Keimbläschens sind.

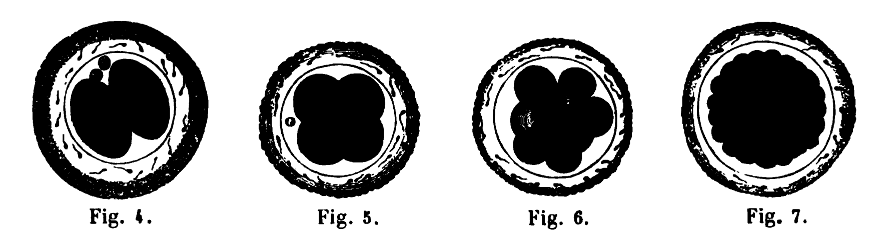


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Neuen Beobachtungen, vor Allem denen von Fol und Hertwig an niederen Thieren, zufolge sind die inneren Vorgänge bei der Befruchtung und beim Beginne der Furchung folgende.

Innere Vorgänge bei der Befruchtung.

In erster Linie rückt, wie es scheint nicht nothwendig in Folge der Befruchtung, das Keimbläschen gegen die Oberfläche des Dotters, verliert seine Membran und treibt einen Theil seiner Substanz aus dem Dotter, um die eben genannten *globules polaires* zu bilden. Aus dem Reste bildet sich ein heller kugeliger Körper, der Eikern oder der weibliche Vorkern (*Pronucleus femelle*). Mit diesem verbindet sich ein ähnliches Gebilde, das aus einem in den Dotter eingedrungenen Samenfaden hervorgeht, der Spermakern oder der männliche Vorkern (*Pronucleus mâle*), und aus der Vereinigung dieser entsteht der erste Furchungskern oder der erste Kern des werdenden Geschöpfes, der mithin aus materiellem Substrate des männlichen und weiblichen Erzeugers hervorgeht.

Die gesammte Furchung selbst ist, wie ich dies schon vor Jahren nachgewiesen, nichts als eine gewöhnliche fortgesetzte Theilung von hüllenlosen Zellen oder Protoblasten, bei der die Kerne immer vor den Protoblasten sich theilen, und sind eigenthümliche Umbildungen der Zellenkerne bei derselben, die man anfänglich als für die Furchung des Dotters bezeichnend hielt (Auerbach's karyolytische Figur, die Amphia-

Fig. 4—7. Eier des Hundes aus dem Eileiter, umgeben von der *Zona pellucida* odr Dotterhaut, auf welcher bei allen Eiern Samenfäden haften. Nach Bischoff.

Fig. 4. Ei mit zwei Furchungskugeln und zwei hellen Körperchen neben denselben. Die *Zona* ist noch von den Zellen der *Membrana granulosa* umgeben. — Fig. 5. Ei mit vier Furchungskugeln und einem hellen Korn innerhalb der *Zona*. — Fig. 6. Ei mit 8 Kugeln. — Fig. 7. Ei mit zahlreichen kleineren Kugeln.

ster von FOL), in neuester Zeit auch bei vielen gewöhnlichen Zellentheilungen nachgewiesen worden.

Eine totale Furchung, wie sie das Säugethierei durchmacht, kommt auch sehr vielen Wirbellosen zu, unter denen ich vor Allem die Nematoden und Radiaten namhaft mache. Bei den Wirbelthieren dagegen findet sich eine totale Furchung, bei welcher alle Furchungsabschnitte zur Bildung des Embryo verwendet werden, ausser bei den Säugern nirgends, indem zwar die Batrachier, Störe und Petromyzon wohl im Anfange der Entwicklung eine totale Furchung zeigen, später jedoch nur ein Theil der Furchungsabschnitte zur Anlage der Organe und Systeme verwendet wird, während der Rest als Nahrungsdotter dient.

§ 4.

Partielle Furchung. Furchung des Vogeleies.

Furchung des Vogeleies.

Die Furchung des Vogeleies findet im Innern der Henne während des Durchtrittes des Eies durch den Eileiter und Uterus statt und ist am gelegten Eie nahezu ganz abgelaufen.

Zum richtigen Verständnisse derselben ist es am zweckmässigsten, vom gelegten befruchteten Eie auszugehen und dasselbe in erster Linie in seiner Gesammtheit kurz zu schildern.

Gelegtes befruchtetes Hühnerei.

Das gelegte befruchtete Hühnerei zeigt ausser dem eigentlichen Ovum oder dem Dotter noch äussere, im Uterus und Eileiter durch Absonderungen dieser Theile gebildete Hüllen, die als Schale, Schalenhaut und Eiweisshülle bezeichnet werden.

Schale.

Die Schale, *testa*, besteht aus 2 % einer organischen amorphen Grundlage und aus 98 % Kalksalzen, die in Gestalt von Körnchen oder grösseren, mehr weniger krystallähnlichen Massen mit krystallinischer Textur in dieselbe eingelagert sind. Bei allen Vögeln zeigt die Schale eine grosse Menge von Porenkanälen, die der äusseren Luft einen leichteren Zutritt zu den inneren Eitheilen gestatten, jedoch nicht an der äusseren Oberfläche ausmünden, indem hier die Schale noch von einem dünnen kalkarmen Oberhäutchen bedeckt ist.

Schalenhaut.

Die Schalenhaut, *Membrana testae*, kann leicht in zwei Lagen getrennt werden, eine äussere festere und gröbere, und eine innere, zartere glattere, welche, so lange als das Ei im Uterus sich befindet, und auch am eben gelegten Eie überall aneinander liegen, bald aber, sowie das Ei sich abkühlt, am stumpfen Eipole auseinander weichen und Luft zwischen sich aufnehmen, wodurch der sogenannte Luftraum *b'*

gebildet wird, der mit der Zeit, namentlich bei eintretender Entwicklung immer mehr sich vergrössert. Beide Schalenhäute haben einen lamellösen Bau und bestehen aus dicht verfilzten anastomosirenden Fasern, die im Ansehen und in den chemischen Charakteren an elastische Fasern erinnern.

Eiweiss.

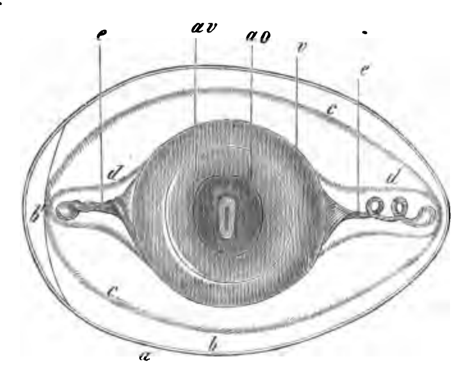


Fig. 8.

Das Eiweiss, *Albumen*, bildet in der Nähe des Dotters eine Art Membran (*M. chalazifera*), welche an den den Eipolen entsprechenden Gegenden in zwei eigenthümliche, in entgegengesetzter Richtung spiralig gedrehte Ausläufer, die Hagelschnüre (*Chalazae s. Grandines*) ausgezogen ist. Auf diese dichtere Eiweisshülle folgt im gelegten Eie eine zweite, sehr flüssige Eiweissschicht, darauf eine mittlere Lage von der Festigkeit einer weichen Gallerte und endlich eine äusserste wieder mehr flüssige Schicht.

Bildung der Eihüllen.

Die genannten Hüllen werden im Eileiter und Uterus des Huhnes gebildet. Die Befruchtung der Eier geschieht beim Huhne im obersten Theile des Eileiters, und reicht eine Begattung aus, um 5—6 Eier zu befruchten (Coste), nach Harvey bis zu 20. Manche Hennen legen alle 24 Stunden ein Ei, jedoch mit zeitweisen Intermissionen von einem Tage, andere alle 36 Stunden. Drei bis sechs Stunden nach dem Legen eines Eies findet man, dass das erweiterte Ende des Eileiters oder der Trichter (*Infundibulum*) einen reifen grossen Follikel des Eierstocks umfasst hat, worauf dann der Follikel reisst und das Ei austritt. Hierauf geht dieses in kaum mehr denn 3 Stunden (Coste) durch die oberen zwei Dritttheile des Eileiters, deren Länge circa 25 cm beträgt, hindurch, woselbst das Eiweiss um den Dotter sich anlegt und die Hagelschnüre gebildet

Fig. 8. Ein Ei etwa 24 Stunden bebrütet, doch so, dass die Schale und die Schalenhaut nur im Durchschnitte erscheinen. Nach v. Baer. *a o Area opaca* oder Gefässhof, die *Area pellucida* mit der Embryonalanlage umgebend, *a v Area vitellina*, Dotterhof, mit einem dunkleren inneren und einem helleren äusseren Theile, die Grenze des Blastoderma bildend; *v* Dotter; *e* Hagelschnüre, *Chalazae*; *a* Schale, *b* Schalenhäute; *b'* Luftraum zwischen beiden Schalenhäuten, *c* Grenze zwischen dem mittleren und äusseren Eiweiss; *d* Grenze zwischen dem mittleren und innersten Eiweiss.

werden, wobei das Ei durch die peristaltischen Bewegungen des Eileiters in spiraliger Richtung weiterschreitet.

Ist das Eiweiss angelegt, so verweilt das Ei im engeren unteren Theile des Eileiters, der etwa 10 cm Länge hat, etwa 3 Stunden, und hier erhärtet dann eine Ausscheidung dieser Theile zu den faserigen Schalenhäuten, die demnach am ehesten den faserigen Cuticularbildungen zu vergleichen sind.

Im Uterus endlich sondert die Mucosa ein kalkhaltiges Secret ab, das auf die Schalenhaut sich niederschlägt, hier nach und nach erhärtet und in 12—18—24 Stunden die Schale erzeugt.

Der Dotter des gelegten befruchteten Eies weicht in Einer Beziehung sehr wesentlich von dem des unbefruchteten und des reifen Eierstockseies ab, insofern als der Bildungsdotter, der von nun an einen neuen Namen erhalten muss und Keim, *Blastos*, oder Keimhaut, *Blastoderma*, heissen soll, jetzt ganz und gar aus kernhaltigen Zellen besteht, wogegen allerdings der Nahrungsdotter vorläufig noch dieselbe Beschaffenheit zeigt, wie früher.

Keimhaut, Blastoderma.

Die Keimhaut eines solchen Eies (Fig. 9) misst im Mittel 3,5 bis 4,0 mm im Durchmesser und besteht aus zwei Lagen oder Blättern, von denen jedoch in der Regel nur das äussere vollkommen angelegt ist. Dieses äussere oder obere Keimblatt, *Ectoderma* (*ect*), bildet eine vollkommen zusammenhängende kreisförmige Platte, die in der Mitte etwas dicker ist als am Rande und mit der äusseren Fläche unmittelbar an die äussere Eihaut angrenzt. Dasselbe ist in der Mitte mehrschichtig, am Rande dagegen aus einer einfachen Lage von Zellen gebildet, die hier mehr Pflasterzellen, dort mehr Cylinderzellen gleichen und Alle kleine dunkle Granula und deutliche bläschenförmige Nuclei mit 1—2 Kernkörperchen zeigen.

Aeusseres Keimblatt.

Das untere oder innere Keimblatt, *Entoderma* (*ent*), zeigt am eben gelegten Eie ein minder beständiges Verhalten und ist in verschiedenen Graden der Vollkommenheit ausgebildet, so dass es in den einen Fällen eine zusammenhängende untere Lage der Keimhaut darstellt, in den andern dagegen stellenweise aus unvollkommen vereinigten oder selbst hie und da noch ganz getrennten Elementen besteht. Immer und ohne Ausnahme jedoch ist das innere Keimblatt am Rande der Keimhaut in einer Zone von beiläufig 1,0—1,3 mm Breite gut ausgebildet und dick und stellt eine Bildung dar (*kw*), die ich Keimwulst nennen will (Randwulst, Götte).

Inneres Keimblatt.

Dieser Keimwulst ist sowohl an seiner unteren Fläche, als auch am Rande stets scharf gegen den weissen Dotter abgegrenzt. In dem der Mitte der Keimhaut zugewendeten Theile ist derselbe dicker und misst

Keimwulst.

bis zu 0,1 mm und darüber, wogegen seine äussere Hälfte sich verdünnt und zusammen mit dem äusseren Keimblatte und so weit wie dieses sich erstreckend zugeschärft ausläuft. Der Zusammensetzung nach

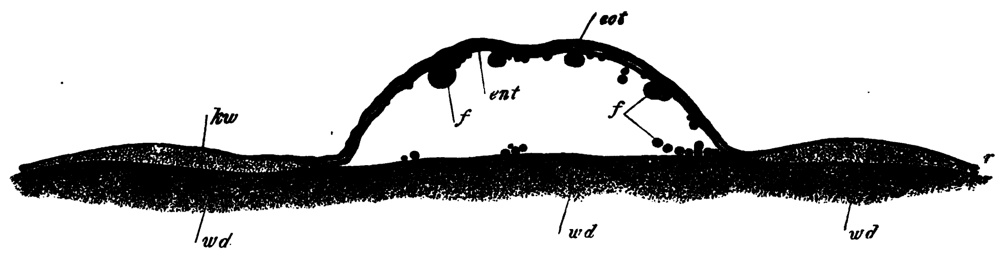


Fig. 9.

besteht das innere Keimblatt im Keimwulste wesentlich aus runden kernhaltigen Zellen von 20—30 μ Grösse, die alle von gleichmässig grossen runden Körnern erfüllt sind, wie sie in allen Elementen des innern Keimblattes vor der Bebrütung sich finden. Elemente des weissen Dotters finden sich dagegen in diesem Keimwulste ganz bestimmt nicht. Dagegen enthält derselbe eine wechselnde Menge schon von Remak gesehener grosser körniger Kugeln von 40—60—80 μ Durchmesser, die nichts anderes als Ueberreste der früheren Furchungskugeln sind.

In der Mitte der Keimhaut liegt an der unteren Seite des äusseren Keimblattes bald eine zusammenhängende Lage ähnlicher runder Zellen, wie sie im Keimwulste sich finden, in einfacher, stellenweise selbst in doppelter Lage. In anderen Fällen stellen dagegen diese Zellen eine unterbrochene, mit Lücken versehene Platte dar. Auch hier finden sich grosse Furchungskugeln (Fig. 9 *ff*) in wechselnder Menge zwischen den kleinen Elementen.

Der weisse Dotter ist an der unbebrüteten Keimhaut unterhalb der Mitte derselben durch eine spaltenförmige, sehr enge (niedrige) Höhle, die Keimhöhle, von der Keimhaut geschieden. Hier finden sich, diesem Dotter anliegend, eine wechselnde Zahl von grösseren und kleineren Furchungskugeln, von denen es schwer ist, zu entscheiden, ob sie von der Keimhaut sich abgelöst haben oder in natürlicher Lagerung sich befinden.

Keimhöhle.

Fig. 9. *Blastoderma* eines gelegten befruchteten Eies des Huhnes, das in der Mitte in Folge eines etwelchen Schrumpfens der Theile vom weissen Dotter sich abgehoben hat. — Vergr. circa 37mal. *kh* Keimhöhle, im natürlichen Zustande eine enge Spalte darstellend. *w d* Weisser Dotter unter dem *Blastoderma; ect Ectoderma, ent Entoderma; kw* Keimwulst, d. h. verdickter Randtheil des *Entoderma*; *ff* Furchungskugeln am Boden der Keimhöhle und an der untern Seite des *Blastoderma*, *r* Rand des *Blastoderma*, an dessen Bildung beide Keimblätter Antheil nehmen.

Der Boden der Keimhöhle ist übrigens sonst an erhärteten Präparaten durch eine scharfe Grenzlinie (eine Membran nach His) gegen die Keimhöhle abgegrenzt und besteht aus feinkörnigem Dotter, der als weisser Dotter angesprochen werden darf. Eine ebensolche Grenzlinie zieht sich auch unter dem Keimwulste als Begrenzung des weissen Dotters hin.

Aus Allem diesen folgt, dass das Blastoderma des gelegten befruchteten Eies und der weisse Dotter zwei ganz verschiedene und scharf getrennte Bildungen sind.

Die ganze Keimhaut liegt, wie der Bildungsdotter des unbefruchteten Eies, dem weissen Dotter da auf, wo derselbe sich in das Innere des gelben Dotters hineinzieht, so jedoch, dass ihr Rand diese Stelle überragt und die Mitte durch die vorhin schon erwähnte Keimhöhle von dem weissen Dotter geschieden ist. Da der Rand somit nicht nur eine Lage weissen Dotters, sondern auch gelben Dotter bedeckt, so erscheint derselbe dunkler und undurchsichtiger, wie der spätere dunkle Fruchthof (*Area opaca*), die Mitte der Keimscheibe dagegen, weil unter ihr Flüssigkeit und weisser Dotter sich befindet, heller, wie der spätere helle Fruchthof (*Area pellucida*); doch zeigt diese Mitte noch wie eine centrale Trübung (Pander's Kern des Hahnentrittes), herrührend von dem durchschimmernden Zapfen weissen Dotters, der in das Innere des Eies sich hineinzieht. Löst man die Keimhaut rein vom Dotter ab, so erscheint sie ebenfalls in der Mitte hell und am Rande dunkel, entsprechend der hier befindlichen starken Verdickung des unteren Keimblattes, dem Keimwulste.

Der unter der Keimhaut gelegene, sowie der an den Rand derselben angrenzende weisse Dotter zeigt eine unbestimmte Zahl von mit heller Flüssigkeit gefüllten Hohlräumen (Dottervacuolen, His), die als Zeichen der beginnenden Verflüssigung dieses Theiles des Nahrungsdotters aufzufassen sind.

Furchung des Vogeleies.

Fragen wir nun nach gewonnener Kenntniss des Baues des gelegten befruchteten Eies des Huhnes, woher die zelligen Elemente der Keimhaut stammen, so ergiebt sich, dass dieselben einer Zerklüftung des Bildungsdotters ihren Ursprung verdanken, die man, weil sie nur einen Theil des Dotters betrifft, partielle Furchung genannt hat. Hierbei entstehen auf dem Bildungsdotter erst Furchen und Segmente (Fig. 10, 1, 2), deren Spitzen sich dann abschnüren und kugelartige Abschnitte bilden (3). Indem dann die Segmente immerfort sich theilen und deren Spitzen immer neu sich trennen und ferner auch die Kugeln von sich auch sich unausgesetzt theilen und verkleinern (4, 5), entsteht am Ende, nachdem die letzten Segmente sich verwischt haben, eine Scheibe von kleinen

Elementen (6), die bei genauer Untersuchung alle als kernhaltige Protoblasten sich ergeben und wie oben von der Keimhaut des gelegten befruchteten Eies angegeben wurde, geschichtet sind. Wahrscheinlich haben alle Segmente und Kugeln der früheren Furchungsstadien ebenfalls Kerne, wie solche bei den Cephalopoden, denen eine ganz ähnliche

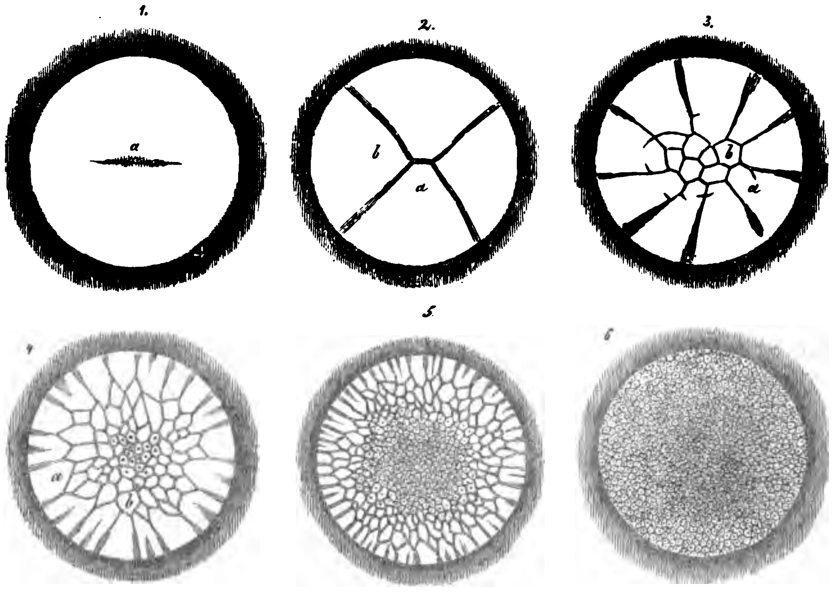


Fig. 10.

Zerklüftung des Bildungsdotters zukommt, von mir gesehen wurden, doch sind solche bis jetzt erst in späteren Perioden der Furchung aufgefunden worden. Senkrechte Durchschnitte der sich furchenden Stelle des Hühnereies (Fig. 11, 12) ergeben, dass anfangs nur die Mitte und die oberflächlichen Theile des Bildungsdotters sich zerklüften, bis am

Fig. 10. Sechs Furchungsstadien der Keimschicht des Hühnereies nach COSTE. Alle von Eiern aus dem unteren Theile des Eileiters und dem sogenannten Uterus. Grösse der Keimschicht 3 mm, 1. Keimschicht mit 2 Segmenten, 2. Keimschicht mit 4 Segmenten, 3. dieselbe mit 9 Segmenten und 7 Furchungskugeln, die sich polygonal gegen einander abgrenzen, 4. dieselbe mit 18 Segmenten, von denen einzelne Andeutungen neuer Theilungslinien zeigen, und vielen polygonalen Furchungskugeln, von denen einzelne einen centralen dunkleren Körper (Kern?) zeigen, 5. Keimschicht nahe am Ende der Furchung mit zahlreichen kleinen Segmenten am Rande und sehr vielen Furchungskugeln, 6. Keimschicht mit ganz kleinen gleichmässig grossen Elementen, die zwei Schichten bilden, von denen die untere nicht vollständig ist. Die Elemente einer solchen Keimschicht haben die Natur kernhaltiger Protoblasten, und kann dieselbe nun Keimhaut, *Blastoderma*, oder Keim heissen.

Ende auch dessen Rand und die tiefsten Theile zerfallen. Die Furchung des Hühnereies beginnt im unteren Theile des Eileiters, in welchem die Schalenhäute erzeugt werden, und finden sich die früheren Stadien ausnahmslos an Eiern, die noch keine Spur der Kalkschale zeigen. An gelegten Eiern ist dieselbe der Hauptsache nach beendet.

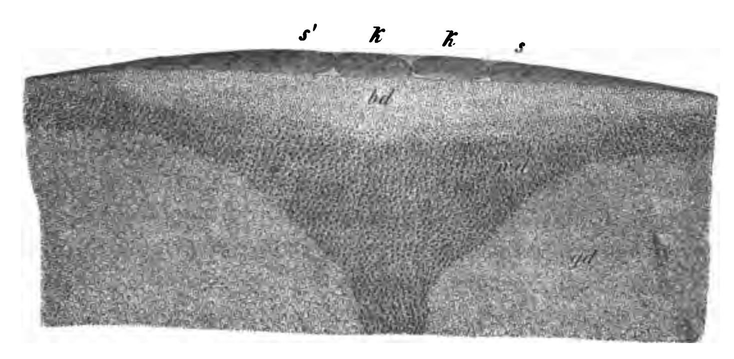


Fig. 11.

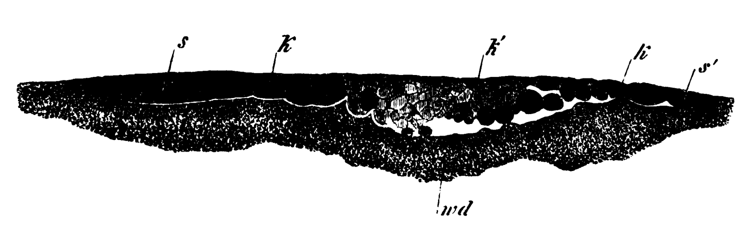


Fig. 12.

Partielle Furchung anderer Geschöpfe.

Eine partielle Furchung, wie die hier von den Vögeln beschriebene, kommt ausserdem noch zu den Reptilien, den meisten Fischen und von Wirbellosen den höheren Arachniden und Krustenthieren und den Cephalopoden. Am genauesten untersucht ist diese Furchung bei den Fischen, und sprechen die hier gefundenen Thatsachen mit Bestimmtheit zu Gunsten der Hypothese, die oben bei Schilderung der totalen Furchung aufgestellt wurde. Sehr auffallend ist bei den Fischen das zuerst von Lereboullet gesehene Auftreten von zellenähnlichen Elementen

Fig. 11. Die Keimscheibe eines Hühnereies mit Segmenten und Kugeln senkrecht durchschnitten. Vergr. 30mal. *gd* Gelber Dotter, *wd* weisser Dotter, *bd* ungefurchter Bildungsdotter, *s'* grosses Segment, *s* kleines Segment, *k* Kugeln.

Fig. 12. Senkrechter Schnitt durch die Furchungsstelle eines Hühnereies aus dem Uterus. Vergr. 30mal. *s* grosses Segment, *s'* kleines Segment; *k* grosse einschichtige Randkugeln, *k'* kleinere Kugeln aus der Mitte geschichtet; *w d* weisser Dotter.

im Nahrungsdotter in der Nähe des Keimes (Nebenkeimzellen, His), deren Ableitung aus dem Keime und seinen Elementen bisher nicht geglückt ist, ebensowenig als deren spätere Schicksale zur Genüge bekannt sind.

Erste Entwicklung der zusammengesetzten Eier.

Im Bisherigen war nur von der ersten Entwicklung der einfachen Eier die Rede. Die zusammengesetzten Eier, deren wir zum Schlusse noch kurz gedenken, zeigen z. Th., wie bei den Cestoden und Trematoden, eine totale Theilung der einfachen Eier innerhalb des secundären Dotters, die ganz an die totale Furchung sich anreiht, z. Th., wie die Insecten, so eigenthümliche Verhältnisse, dass dieselben hier nicht ausführlicher besprochen werden können. Es sei daher nur soviel bemerkt, dass wahrscheinlich auch hier im Dotter neu entstandene Kerne mit einem Theile des Dotters sich umgeben und die ersten Bildungszellen erzeugen, ein Vorgang, der eine entfernte Vergleichung mit der partiellen Furchung zulässt. Für Einzelheiten vergleiche man besonders die Arbeiten von Weismann und Metschnikow.

§ 5.

Erste Entwicklung des Hühnerembryo. Bildung der Keimblätter.

Wir wenden uns nun zur Schilderung der ersten Entwicklungsstadien des Hühnerembryo im gelegten Eie, die wir als Ausgangspunkt der ganzen weiteren Schilderung nehmen.

Mit der Bebrütung des Eies treten rasch hintereinander grosse Veränderungen an der Keimhaut auf, die in den ersten Zeiten wesentlich auf folgenden Vorgängen beruhen.

Flächenwachsthum des Blastodermas.

Erstens wächst das gesammte Blastoderma rasch in der Fläche und dehnt sich so über einen immer grösseren Theil des Dotters aus. Von 3,5—4,0 mm, die die Keimhaut im unbebrüteten gelegten Eie misst, vergrössert sich dieselbe, die jedoch in ihren Randtheilen nur aus dem äusseren und inneren Keimblatte besteht, bis zum Ende des ersten Brüttages auf 11—12 mm und beträgt am Ende des zweiten Brüttages 24 mm und darüber.

Am Anfange des 4. Tages ist der Dotter von dem Blastoderma schon fast ganz umwachsen, bis auf eine kleine Stelle an dem dem Embryo gegenüber liegenden Pole, und am Ende des 6. Tages ist auch diese kleine Fläche so zu sagen ganz von der Keimhaut bedeckt, so dass dieselbe nun einen den Dotter ganz umhüllenden Sack darstellt, welcher der später zu schildernden Keimblase der Säugethiereier gleichwerthig ist.

Bildung der Keimblätter.

Eine zweite wesentliche Veränderung erleidet das Blastoderma mit der Bebrütung dadurch, dass es sich verdickt und in eine gewisse Anzahl Lagen sondert. Die allererste Umgestaltung nach dieser Seite beruht in der Entwicklung eines zusammenhängenden unteren Keimblattes, wenn ein solches nicht schon vorher da war, und in der scharfen Sonderung desselben von dem äusseren Blatte. Dann bildet sich eine Verdickung in der Mitte des Blastoderma in Form eines langgezogenen Streifens (des Primitivstreifens), der die erste Spur des eigentlichen Embryo darstellt, und zugleich differenzirt sich das Blastoderma so, dass es nach und nach in drei Blätter zerfällt, welche Blätter die Ausgangspunkte aller weiteren Entwicklung sind. Wir bezeichnen dieselben als 1) äusseres Keimblatt oder Ectoderma*), 2) mittleres Keimblatt, Mesoderma**), und 3) inneres Keimblatt, Entoderma***).

Erste Differenzirungen der drei Keimblätter.

Sind diese Umgestaltungen eingetreten, so beginnen drittens Differenzirungen in den einzelnen Blättern, verbunden mit weiteren morphologischen Veränderungen, in Folge deren dann die ersten Organe des Embryo auftreten, unter welchen 1) ein Axengebilde als Vorläufer der Wirbelsäule, die Rückensaite oder *Chorda dorsalis*, 2) ein rinnenförmig gestaltetes dickes Blatt, die Medullarplatte, die Anlage des centralen Nervensystems, und 3) paarige würfelförmige Körper zu beiden Seiten der Chorda, die Urwirbel, die Hauptrolle spielen.

Wir betrachten nun die angedeuteten Veränderungen im Einzelnen genauer.

Entwicklung des Entoderma.

Die Sonderung der Keimhaut in zwei Blätter oder die Entwicklung eines zusammenhängenden unteren Blattes fällt in die ersten Stunden der Bebrütung und ist um die 6. Stunde ohne Ausnahme vollendet. Fragen wir, wie dies geschieht, so ergiebt sich Folgendes.

In Folge der Furchung entsteht, wie wir oben sahen, zuletzt eine in der Mitte dünnere, an den Rändern dickere, aus Furchungskugeln gebildete Scheibe.

Von diesen Elementen sind die oberflächlichen in der Entwicklung weiter voran, kleiner und körnerärmer und differenziren sich schon vor dem Legen der Eier zu einem deutlichen äusseren Blatte. Die tieferen, grösseren körnerreicheren Elemente dagegen bilden am Rande der Keim-

*) (Sinnes- oder sensorielles Blatt, Remak; Epiblast, Balfour).
**) (Motorisch-germinatives Blatt, Remak; Mesoblast, Balfour).
***) (Darmdrüsenblatt, Remak; Hypoblast, Balfour).

haut schon vor dem Legen des Eies eine zusammenhängende dicke untere Lage, den Keimwulst, in der Mitte dagegen stellen sie anfänglich eine noch lockere, z. Th. mehrschichtige, z. Th. unterbrochene Lage dar, welche jedoch bald, meist jedoch erst im Anfange der Bebrütung, dadurch zu einem zusammenhängenden Blatte sich gestaltet, dass ihre Elemente sich verschieben, indem sie zugleich wuchern und durch fortgesetzte Theilungen sich vermehren. Um die Zunahme der Elemente der Keimhaut an Zahl richtig aufzufassen, wolle man in's Auge fassen, dass die von der Furchung betroffene Masse oder der Bildungsdotter natürlich nur zur Herstellung einer gewissen Zahl von Zellen ausreicht und daher die sich entwickelnde Keimhaut sehr bald auf das Material des sich auflösenden Nahrungsdotters angewiesen ist, um ihre stetig an Zahl zunehmenden Zellen zu bilden. Diese Lösung des Nahrungsdotters beginnt mit der Bebrütung, zu welcher Zeit ja auch das Auftreten von Flüssigkeit unter der Keimhaut in der Keimhöhle und im oberflächlichen weissen Dotter (*Vacuolen*) einen deutlichen Fingerzeig der statthabenden Vorgänge abgiebt, und mit derselben steht eben die in der Regel jetzt erst zu Stande kommende vollständige Ausbildung des unteren Keimblattes in Verbindung.

Keimhäute mit vollständig ausgebildetem unteren Blatte messen 4—5 mm Durchmesser und lassen, wenn man dieselben vom Dotter ablöst, an der Fläche zwei Zonen erkennen, die der helle und der dunkle Fruchthof heissen (*Area pellucida et opaca*). Der helle Fruchthof liegt in der Mitte, ist kreisförmig und misst ungefähr die Hälfte des Durchmessers der ganzen Keimhaut. Derselbe ist jetzt noch ganz gleichmässig dünn, hell und durchscheinend und wird erst später, wenn in ihm die ersten Spuren des Embryo auftreten, von der Mitte aus dicker und undurchsichtiger. Umgeben ist diese helle Mitte von einem dickeren, undurchsichtigeren, ringförmigen Saume von etwa 1 mm Breite, der *Area opaca*, welcher durch die Verdickung des Entoderma, die ich Keimwulst nannte, bedingt wird, während im Bereiche der *Area pellucida* in der Regel das Ectoderma dicker ist als das innere Keimblatt.

Nachdem die zwei Blätter der Keimhaut sich ausgebildet haben, beginnen bald weitere Veränderungen, welche um die 12.—15. Brütstunde zum Auftreten der ersten Spur des Embryo und zur allmäligen Entstehung einer dreischichtigen Keimhaut führen. Behufs besseren Verständnisses beschreibe ich zunächst ein dreiblättriges Blastoderma vom Ende des ersten Tages und versuche dann erst eine Ableitung der neu aufgetretenen Gestaltungen.

Betrachtet man eine Keimhaut von der 2. Hälfte des ersten Tages von der Fläche, um welche Zeit dieselbe 10—12 mm Durchmesser hat, so zer-

fällt dieselbe im Allgemeinen in zwei Zonen, die man immer noch, nach ihrer Beschaffenheit bei durchfallendem Lichte, hellen und dunklen Fruchthof (*Area opaca* und *Area pellucida*) nennen kann. Im hellen Fruchthofe (Fig. 13, *Ap*), dessen Durchmesser etwa $^1/_6$—$^1/_7$ des Ganzen beträgt,

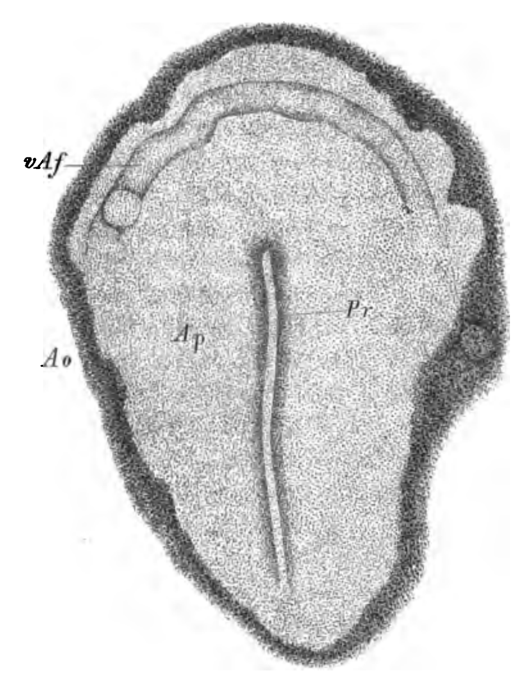


Fig. 13.

findet sich in einer zur Queraxe des Eies parallelen Richtung (Fig. 8) eine längliche, nicht scharf begrenzte, undurchsichtigere und dickere Stelle, die Embryonalanlage, die dem hinteren Ende der *Area pellucida* näher und somit etwas excentrisch liegt, und mitten in dieser, aber wiederum dem hinteren Ende etwas näher, unterscheidet man einen mittleren dichteren Streifen (*Pr*), den Primitivstreifen v. BAER'S, oder die Axenplatte von REMAK (Axenstrang, HIS), dessen Grenzen ebenfalls keine scharfen sind und welcher in seiner Mitte eine seichte Furche, die Primitivrinne, trägt.

Embryonalanlage.

Primitivstreifen.

Primitivrinne.

Der dunkle Fruchthof erscheint der Breite nach in zwei Hauptzonen geschieden. Die innere ist etwas heller und schmal, von

Fig. 13. *Area pellucida Ap* und Primitivstreifen *Pr* von einem 30 Stunden bebrüteten Eie. Vergr. 24mal. *Ao Area opaca* innerster Theil; *vAf* vordere Aussenfalte (HIS).

0,5—0,8 mm Durchmesser und bezeichnet denjenigen Theil der *Area opaca*, in welchem nun 3 Keimblätter enthalten sind. Da in dem mittleren dieser Keimblätter, dem Mesoderma, später die ersten Blutgefässe sich entwickeln, so kann dieser Theil der *Area opaca* jetzt schon der Gefässhof, *Area vasculosa* heissen (Fig. 8, *ao*), während der weiter nach aussen gelegene viel breitere Theil mit von Baer den Namen Dotterhof, *Area vitellina*, führen mag (Fig. 8, *av*). An diesem sind jedoch ebenfalls noch eine dünne Randzone und ein dickerer undurchsichtiger innerer Abschnitt zu unterscheiden, die wir als Innenzone und Aussenzone des Dotterhofes bezeichnen wollen.

Area vasculosa.

Area vitellina.

Volle Aufschlüsse über die Beschaffenheit einer solchen Keimhaut geben jedoch erst Durchschnittsbilder, wie die Fig. 14 ein solches darstellt. In dieser bedeutet *Ect* das Ectoderma, das in der ganzen Breite der Keimhaut sich erstreckt und in den mittleren Theilen verdickt ist. In derselben Ausdehnung liegt an der untern Seite des Blastoderma das Entoderma oder das innere Keimblatt, *Ent*, das in der Mitte ganz dünn ist, an den Seitentheilen dagegen eine sehr starke Verdickung, den Keimwulst *Kw* zeigt, der jedoch gegen den Rand ebenfalls ganz dünn ausläuft. Zwischen diesen beiden Lagen befindet sich das viel weniger ausgedehnte mittlere Keimblatt oder Mesoderma *M*, das in seiner Mitte mit dem Ectoderma verschmolzen ist und mit demselben zusammen den Primitivstreifen oder die Axenplatte *Ax*, bildet, während die seitlichen Theile zwischen den beiden anderen Keimblättern dahinziehen und am Rande bei *M'* frei ausgehen.

Die Zurückführung des Flächenbildes auf das Durchschnittsbild ist leicht. Die *Area pellucida* reicht von *Ax*—*M'* und jenseits *M'* liegt die *Area opaca*,

Fig. 14. Querschnitt durch den Primitivstreifen und die eine Hälfte des Blastoderma eines 10 Stunden bebrüteten Hühnereies. Vergr. circa 33mal. *Ap Area pellucida; Ao Area opaca; Ect Ectoderma; Ent Entoderma; Ax'* Axenplatte; *Ax'* tieferer Theil derselben, der mit dem in Bildung begriffenen Mesoderma *Mes* zusammenhängt; *Mes'* Rand des Mesoderma; *Kw* Keimwulst des Entoderma; *Pw* Primitivwülste; *Pr* Primitivrinne. *M* Mesoderma, *M'* Rand des Mesoderma an der Grenze der *Area pellucida*.

deren Gefässhof jedoch noch ganz schmal ist und erst in der Fig. 16 eine grössere Entwicklung zeigt.

Eine noch weiter vorgerückte Keimhaut vom Ende des ersten Brüttages zeigt die Fig. 15, bei der die Embryonalanlage wie aus zwei Theilen besteht, einem vorderen kürzeren und einem hinteren längeren Abschnitte, die durch eine seichte quere Einsattelung von einander geschieden sind. Der hintere Abschnitt ist ebenso beschaffen wie früher und besitzt in seiner Mitte den Primitivstreifen (*Pr*) und die Primitivrinne, der vordere Theil dagegen lässt mehr oder weniger deutlich eine breite, seichte, longitudinale Furche und zwei sie begrenzende Längswülste (*Rw*) erkennen, und ausserdem tritt im Grunde der Furche noch eine Andeutung eines mittleren dunkleren Streifens auf. Diese Theile heissen die Rückenfurche oder Medullarrinne, die Rückenwülste oder Medullarwülste und der unpaare Streifen die Rückensaite, *Chorda dorsalis*, und stellen die ersten Organbildungen des Embryo dar.

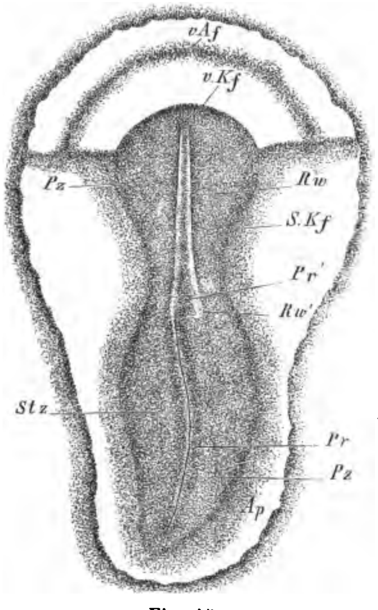


Fig. 15.

Rückenfurche.
Rückenwülste.
Chorda dorsalis.

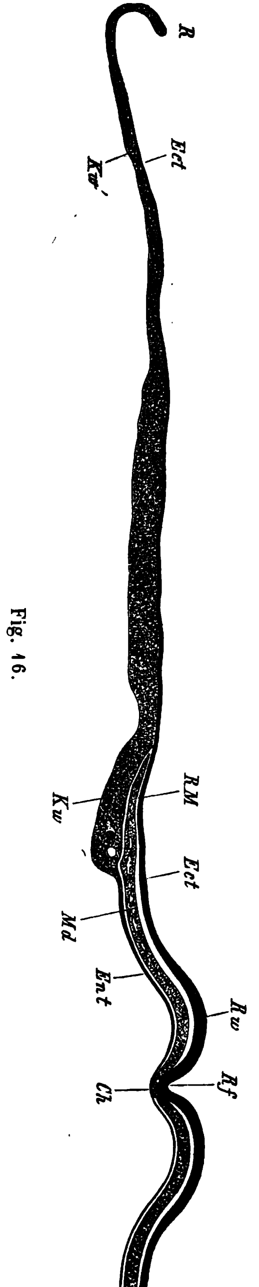
Querschnitte durch den hinteren Abschnitt eines solchen Blastoderma zeigen noch dasselbe wie früher; im Bereiche der Rückenfurche dagegen stellt sich nun zum ersten Male eine vollständige Sonderung des Mesoderma vom Ectoderma dar und fast gleichzeitig damit auch das Auftreten eines besonderen Organes im Mesoderma, der Rückensaite, während zugleich im äusseren Keimblatte der die Rückenfurche begrenzende Theil als eine dickere Platte erscheint, die den Namen Medullarplatte führt. Eine Keimhaut von dieser Beschaffenheit ist in der

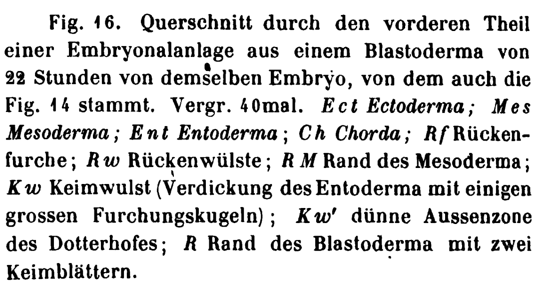
Medullarplatte.

Fig. 15. *Area pellucida* und Embryonalanlage eines 27 Stunden bebrüteten Eies etwa 20mal vergr. Länge des Embryo 3 mm, der *Area pellucida* 3,8 mm. *Pz* Parietalzone; *Stz* Stammzone; *Rw* Rückenwülste mit der Rückenfurche zwischen denselben; *Rw'* hinteres Ende des rechten Rückenwulstes rechts vom Primitivstreifen gelegen; *Pr* Primitivstreifen; *Pr'* vorderes Ende desselben etwas nach rechts gebogen; *Ap Area pellucida*; *SKf* seitliche Keimfalte, die Grenze des Embryo bezeichnend; *vKf* vordere Keimfalte, die Grenze des Kopfes bezeichnend; *vAf* vordere Aussenfalte (His).

Fig. 16 wiedergegeben, aus welcher ersichtlich ist, dass die Randtheile noch ebenso beschaffen sind wie früher, während in der Mitte die Rückenfurche *Rf*, die *Chorda* (*Ch*), die Rückenwülste *Rw* sichtbar sind und das Mesoderma und Ectoderma ganz getrennt erscheinen.

Nachdem wir nun in dem Vorhergehenden erfahren haben, dass an die Stelle der ursprünglichen zweiblättrigen Keimhaut im Laufe der Entwicklung eine dreiblättrige tritt, wenden wir uns nun zur Besprechung der wichtigen Frage nach der **Herkunft des mittleren Keimblattes**. Nach meinen Erfahrungen bildet sich das Mesoderma in den mittleren Theilen der Embryonalanlage vom Primitivstreifen aus und wuchert von da aus nach den Randtheilen weiter. Der Primitivstreifen selbst aber entsteht durch eine Wucherung der mittleren Theile des Ectoderma, und bezeichnet sein Auftreten zugleich auch das erste Stadium der Bildung des mittleren Keimblattes. In der Mitte der *Area pellucida* nämlich wuchern in einer linienförmigen Zone, welche der Axe des späteren Embryo entspricht, die tieferen Zellenlagen des Ectoderma und bilden einen anfangs begrenzten Wulst, von welchem die Fig. 17 von einem bei niederer Temperatur bebrüteten Eie eine Vorstellung giebt. Dieser im Flächenbilde als Primitivstreifen erscheinende Wulst wuchert nun von sich aus ohne Mitbetheiligung der seitlichen Theile des Ectoderma oder des Entoderma nach allen Seiten der Keimhaut in eine Platte aus, schiebt sich




Fig. 16. Querschnitt durch den vorderen Theil einer Embryonalanlage aus einem Blastoderma von 22 Stunden von demselben Embryo, von dem auch die Fig. 14 stammt. Vergr. 40mal. *Ect Ectoderma; Mes Mesoderma; Ent Entoderma; Ch Chorda; Rf* Rückenfurche; *Rw* Rückenwülste; *R M* Rand des Mesoderma; *Kw* Keimwulst (Verdickung des Entoderma mit einigen grossen Furchungskugeln); *Kw'* dünne Aussenzone des Dotterhofes; *R* Rand des Blastoderma mit zwei Keimblättern.

zwischen äusserem und innerem Keimblatte immer weiter (Fig. 18) und erreicht endlich seitlich und hinter dem Primitivstreifen die Randtheile

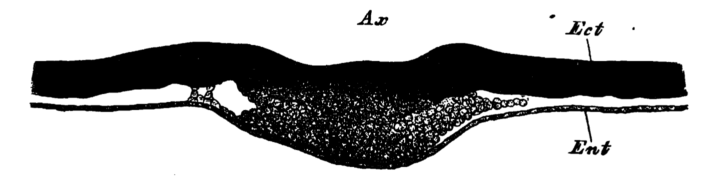


Fig. 17.

der *Area pellucida* (Fig. 19). Bei diesem Flächenwachsthum ist anfangs offenbar eine vom mittleren Theile des Ectoderma ausgehende energische Zellenwucherung der Hauptfactor. Sobald aber einmal in dieser Gegend das äussere und mittlere Keimblatt sich gelöst haben (Fig. 16), wächst das letztere durch Thätigkeit seiner Elemente in der Fläche weiter, ebenso wie die anderen Keimblätter.

Nach mehreren Autoren, vor allem nach His und Gasser, ist auch das Entoderma bei der Bildung des mittleren Keimblattes betheiligt, was ich höchstens insofern zugeben kann, als am Primitivstreifen anfangs dieses Keimblatt weniger scharf getrennt erscheint.

§ 6.

Von der ersten Erscheinung der Embryonalanlage bis zum Auftreten der ersten Urwirbel.

Nachdem im vorigen § das erste Auftreten der 3 Keimblätter geschildert worden ist, wobei nothwendig auch Manches auf die erste Anlage des Leibes sich Beziehende erwähnt werden musste, sind nun die primitiven morphologischen Gestaltungen des Blastoderma ausführlicher zu beschreiben.

In den ersten Stunden der Bebrütung zeigt die Keimhaut ausser einem einfachen Flächenwachsthume nichts Besonderes und erscheint wie im unbebrüteten Zustande in zwei kreisförmig begrenzte Zonen geschieden, den hellen und dunklen Fruchthof. Zwischen der 8.—10. Stunde tritt in dem grösser werdenden hellen Fruchthofe eine Trübung der mittleren Theile auf, die obschon kreisförmig begrenzt, doch excentrisch und zwar mehr nach der Seite gelegen ist, in welcher später die

Fig. 17. Querschnitt durch den Primitivstreifen eines 2 Tage bei 26° C. bebrüteten Hühnereies, 117mal vergr. *Ax* Axenplatte oder Primitivstreifen, dessen tieferer Theil die Anlage des Mesoderma ist; *Ect Ectoderma; Ent Entoderma.*

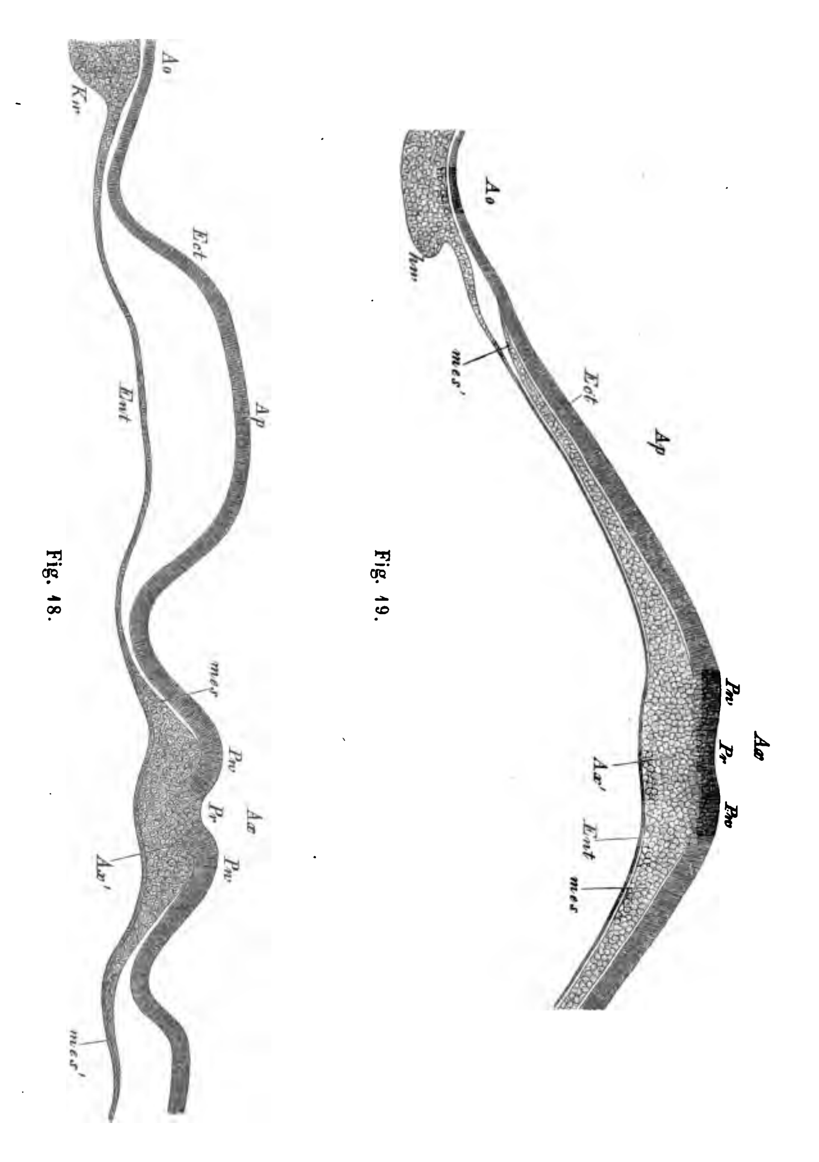


Fig. 18. Querschnitt durch einen Theil des Blastoderma eines 4 Tage bei 30° C. bebrüteten Hühnereies, 78mal vergr. *Ap* *Area pellucida;* *Ao* *Area opaca;* *Ect* *Ectoderma;* *Ent* *Entoderma;* *Ax* Axenplatte; *Ax'* tieferer Theil derselben, der mit dem in Bildung begriffenen Mesoderma *mes* zusammenhängt; *mes'* Rand des Mesoderma; *Kw* Keimwulst des Entoderma; *Pw* Primitivwülste; *Pr* Primitivrinne.

Fig. 19. Querschnitt durch den Primitivstreifen und einen Theil des Blastoderma eines 14 Stunden bebrüteten Hühnerembryo. Vergr. 66mal. Buchstaben wie in Fig. 18. *hw* Keimwall.

hinteren Theile des Embryo sich bilden, und ihren Grund in der um diese Zeit beginnenden Verdickung des Ectoderma hat. Zwischen der 10. und 14. Stunde erscheint dann der oben schon erwähnte Primitivstreifen oder die Axenplatte (REMAK) in dem nun birnförmig gewordenen hellen Fruchthofe als ein wenig scharf begrenzter, etwa 1 mm langer und 0,2 mm breiter Streifen (Fig. 13), der dem hinteren Ende des genannten Hofes näher liegt, als dem vorderen und bald nach seinem ersten Auftreten deutlich als ein schwach leistenförmig vortretender Theil des Blastoderma erscheint, der in seiner Mitte eine seichte Rinne, die Primitivrinne trägt, die von zwei leicht vortretenden Wülsten, den Primitivfalten begrenzt wird. In der Gegend des späteren Kopfendes des Embryo, welchem der breitere Theil der *Area pellucida* entspricht, gehen die Primitivfalten bogenförmig ineinander über, wogegen sie hinten ebenso wie die Rinne unmerklich und ohne scharfe Abgrenzung sich verlieren.

Primitivstreifen.

Primitivrinne.

Primitivfalten.

Diese zuerst auftretende Gestaltung in der Keimhaut ist, wie Querschnitte lehren und wie im vorigen § ausführlich auseinandergesetzt wurde, nichts anderes als eine axiale lineare Wucherung des Ectoderma, welche als die erste Einleitung zur Bildung des mittleren Keimblattes erscheint. Zugleich hat dieselbe aber auch eine wichtige morphologische Bedeutung, indem der Primitivstreifen die Uranlage darstellt, aus welcher nach und nach die wichtigen Axengebilde des Embryo, das centrale Nervensystem, die *Chorda dorsalis* und die Urwirbel sich hervorbilden.

Ist der Primitivstreifen einmal angelegt, so verdichtet sich bald der denselben umgebende Theil der *Area pellucida*, während zugleich der Streifen in die Länge, aber nur unbedeutend in die Breite wächst. Diese Verdickung erscheint als ein trüber, den Streifen umgebender breiter Hof, der im Allgemeinen den Umrissen des hellen Fruchthofes folgt, und somit am Kopfende des Primitivstreifens breiter ist als am entgegengesetzten Ende. Bemerkenswerth ist ferner, dass diese Randzone oder Parietalzone des Primitivstreifens, wie ich sie heisse, auch am vorderen Ende des Streifens entwickelter ist, als am hinteren Ende, und hier entwickelt sich dann um die 15.—20. Brütstunde in ihrer Mitte ein dichterer Streifen, der wie ein vorderer Anhang des Primitivstreifens erscheint und der Kopffortsatz desselben heissen soll (Fig. 20, *p r'*). Dieser Fortsatz sammt dem ihn umgebenden Theile der Randzone stellen die erste Anlage des Kopfes dar.

Randzone des Primitivstreifens.

Kopffortsatz des Primitivstreifens.

An diesen Kopffortsatz knüpft nun zunächst die weitere Entwicklung an, wie sie die Fig. 21 darstellt. Indem derselbe länger wird, entwickelt er an seiner Oberfläche eine Furche, die im Allgemeinen in der Verlängerung der Primitivrinne liegt, jedoch häufig etwas asymmetrisch,

und zwar auf der linken Seite derselben steht und von zwei je länger um so deutlicher vortretenden Wülsten begrenzt wird. Diese Furche und Wülste sind, wie die weiteren Vorgänge deutlich machen, die Rückenfurche und die Rückenwülste (*Rw*) des Kopfes in ihrer ersten Anlage und bilden sich schon am Ende des ersten oder am An-

Rückenfurche. Rückenwülste.

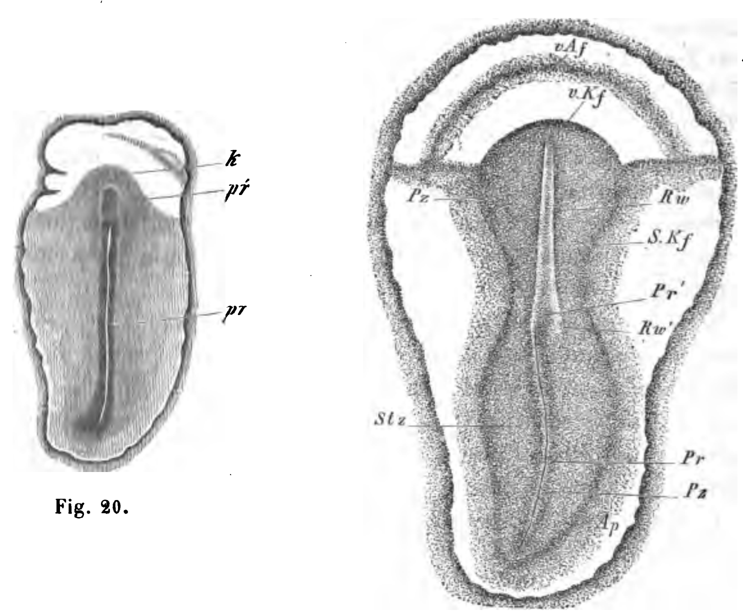


Fig. 20.

Fig. 21.

fange des zweiten Brüttages so aus, wie die Fig. 21 zeigt, so dass ihre Bedeutung klar ersichtlich wird. Schon vorher aber hat das vordere Ende des Kopffortsatzes sammt dem ihn umgebenden Theile der Parietalzone über die Ebene der *Area pellucida* sich etwas erhoben (Fig. 21) und

Fig. 20. Heller Fruchthof und Embryonalanlage eines Hühnerembryo am Ende des ersten Tages. Vergr. 17mal. *pr* Primitivstreifen, *pr'* Kopffortsatz desselben, *k* seitliche Theile der Kopfanlage oder Parietalzone des Kopfes.

Fig. 21. *Area pellucida* und Embryonalanlage eines 27 Stunden bebrüteten Eies, etwa 20mal vergr. Länge des Embryo 3 mm, der *Area pellucida* 3,8 mm. *Pz* Parietalzone; *Stz* Stammzone; *Rw* Rückenwülste mit der Rückenfurche zwischen denselben; *Rw'* hinteres Ende des rechten Rückenwulstes, rechts vom Primitivstreifen gelegen; *Pr* Primitivstreifen; *Pr'* vorderes Ende desselben, etwas nach rechts gebogen; *Ap Area pellucida*; *s Kf* seitliche Keimfalte, die Grenze des Embryo bezeichnend; *v Kf* vordere Keimfalte, die Grenze des Kopfes bezeichnend; *v Af* vordere Aussenfalte (His).

zugleich sich nach unten und hinten umgeschlagen und begrenzt sich nun, vom Rücken her betrachtet, durch eine bogenförmige Linie, die vordere Keimfalte (*vK*) von His, gegen den Fruchthof, während von der Bauchseite her ein schmaler »Umschlagsrand« sichtbar wird. Unterhalb und vor dieser Kopferhebung ist eine in früheren Stadien sehr seichte, später etwas tiefer werdende Grube, vor welcher eine zweite, der vorderen Keimfalte parallel laufende schwache Falte, die vordere Aussenfalte von His (*vAf*), ihre Lage hat.

Vordere Keimfalte.

Eine Embryonalanlage aus dieser Zeit besteht somit erstens aus einem Axengebilde, welches hinten vom Primitivstreifen mit der Primitivrinne und vorn von der Rückenfurche mit den Rückenwülsten gebildet wird, von denen erstere in der Tiefe die Anlage der Chorda enthält, und zweitens aus einer das Ganze umgebenden Randzone, welche, im Umkreise leyerförmig, im ganzen eine mässig dicke Platte bildet und am Kopfende etwas über die Fläche der *Area pellucida* erhoben und am Rande nach unten umgeschlagen ist. Abgesehen von dieser Stelle geht die ganze Embryonalanlage mit ihren 3 Blättern ganz unmerklich in die entsprechenden Lagen des hellen Fruchthofes über. Nachdem der Kopftheil der Embryonalanlage eine Länge von 1,3 bis 1,5 mm und die ganze Anlage eine solche von 3,0—3,3 mm erlangt hat, tritt etwas vor der Mitte des Ganzen die erste Spur des Halses und der späteren Gliederung des Rumpfes in Gestalt der sogenannten Urwirbel oder Ursegmente auf.

Gehen wir behufs eines besseren Verständnisses von einer Embryonalanlage aus, die diese Gliederung schon deutlich zeigt, wie sie die Fig. 22 darstellt, so finden wir hier in einer noch immer birnförmigen *Area pellucida* die Embryonalanlage in Gestalt einer 3,52 mm langen, bis zu 1 mm breiten bisquitförmigen Platte, deren Kopfende *K* schon stark sich erhoben hat und wie eine selbstständige Spitze von 0,3 mm Länge und 0,4 mm Breite vortritt, während die Seiten nur durch eine seichte Furche von der Ebene des hellen Fruchthofes geschieden sind und hinten eine schärfere Abgrenzung vollkommen fehlt. Die grössere vordere Hälfte der Embryonalanlage zerfällt der Breite nach in zwei Zonen, die ich mit His Stammzone (*Stz*) und Parietalzone (*Pz*) heissen will. Die erste zeigt am Kopfe vorn in der Mitte die tiefe, 0,085 bis 0,114 mm breite Rückenfurche (*Rf*), begrenzt von den stark erhobenen, etwas hinter dem freien Kopfende einander am meisten genäherten Rückenwülsten (*Rw*), deren Dicke aus den zwei sie begrenzenden Linien ersehen werden kann und die am Kopfe bogenförmig ineinander übergehen. Weiter nach hinten wird die Rückenfurche immer seichter und breiter, und die Wülste niedriger, bis endlich die letzteren

Stammzone. Parietalzone.

etwas vor den Urwirbeln kaum mehr merkliche Erhöhungen bilden. Dann folgt eine Gegend, die erste Anlage des Halses, in welcher die etwas eingeschnürte Stammzone zu beiden Seiten 2 oder 3 ziemlich gut abgegrenzte rechteckige Zellenmassen, die ersten Urwirbel (*Uw*) zeigt, und hinter diesen erscheint in der Mitte der Stammzone der Primitivstreifen (*Pr*) mit der Primitivrinne, welcher leicht geschlängelt bis zum hinteren Ende der Embryonalanlage verläuft und 1,79 mm in der grössten Längenerstreckung misst. Das vordere Ende des Primitivstreifens ist hier nicht mehr scharf begrenzt wie früher, sondern geht unmerklich in den Boden der noch hinter den Urwirbeln vorhandenen breiten und seichten Rückenfurche aus. Die den Primitivstreifen begrenzende Stammzone ist in der Gegend des vorderen Endes des Streifens am breitesten, verschmälert sich nach hinten rasch und ist an der hinteren Hälfte des Streifens nur noch als schmaler Saum vorhanden, der an dem allerletzten Ende desselben undeutlich wird.

Urwirbel.

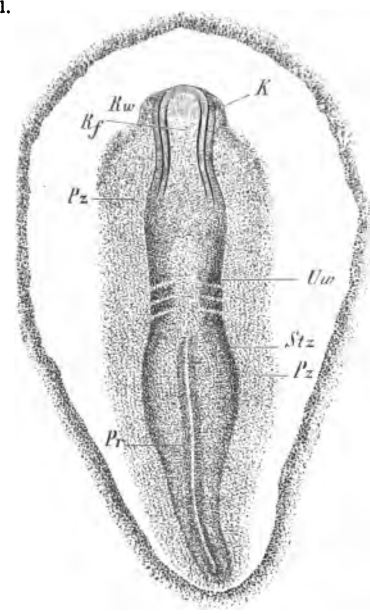


Fig. 22.

Die Parietalzone der Embryonalanlage (Fig. 22, *Pz*) ist der Rest der früheren Randzone des Primitivstreifens, der nicht in die Bildung der Stammzone aufging. Am vorderen Kopfende schmal, wird dieselbe bald breit und zieht dann fast in gleicher Breite und nur in der Gegend der Urwirbel etwas eingeschnürt, nach hinten, um erst in der Region der hinteren Hälfte des Primitivstreifens sich allmälig zu verschmälern. Ganz hinten reicht diese Parietalzone eben so weit, wie das hier scharf begrenzte Ende des Primitivstreifens und stehen beide nur um eine geringe Grösse von dem Rande der *Area pellucida* ab, während vorn der Abstand mehr beträgt.

Betrachtet man einen solchen Embryo von der unteren oder Bauch-

Fig. 22. *Area pellucida Ap* und Embryonalanlage mit 3 – 4 Urwirbeln eines Hühnerembryo am Anfange des 2. Tages (30 Stunden). 20mal vergr. *Rf* Rückenfurche; *Rw* Rückenwülste; *K* Kopfanlage, vortretender Theil; *Stz* Stammzone; *Pz* Parietalzone; *Uw* Urwirbel; *Pr* Primitivstreifen.

seite, so erscheint der nun ganz deutliche Umschlagsrand am Kopfende, der eine Länge von 0,2 mm besitzt. Dieser Rand deckt schon in diesem Stadium eine Grube oder kleine Höhle, welche nichts anderes ist als die erste Anlage des Vorderdarmes, und der noch weite Eingang in dieselbe ist der sogenannte vordere Darmeingang oder die vordere Darmpforte, nicht zu verwechseln mit der später an einem ganz anderen Orte entstehenden Mundöffnung.

Vorderdarm.

Vordere Darmpforte.

Fragen wir nun, wie der in der Fig. 22 dargestellte Zustand aus dem in der Fig. 20 gezeichneten sich entwickelt, so ergiebt sich folgendes. Während der Primitivstreifen im Ganzen sich nicht wesentlich verkleinert, vergrössert sich im Verlaufe der weiteren Entwicklung der gesammte Kopftheil der Embryonalanlage ganz erheblich und erreicht nach und nach, zusammen mit dem an ihn sich anschliessenden vordersten Halstheile, der nun auch in die Erscheinung tritt, die Länge eines Dritttheiles des Ganzen und darüber. Im Zusammenhange damit bildet sich der vordere Theil der Embryonalanlage auch in seiner Mitte und an seinem vorderen Ende immer mehr aus. Hier wird der Umschlagsrand immer grösser und die vordere Keimfalte schärfer, während das vordere Ende, das Anfangs sehr breit ist, nach und nach als ein besonderer Anhang auftritt. Dort gestaltet sich die Rückenfurche immer breiter und erheben sich allmälig ihre Ränder in der Nähe des freien Kopfendes. Zugleich mit diesen Veränderungen wird am vorderen Theile eine Stammzone und eine Parietalzone deutlich und in ersterer zeigen sich dann die ersten Spuren der Urwirbel. Das erste, was man von diesen erkennt, ist eine Lockerung des Zusammenhanges der Elemente in der Querrichtung in einer Gegend, die etwa 0,14 mm vor dem Primitivstreifen gelegen ist, welche Lockerung bald zu einer die seitlichen Theile der Stammzone scheinbar trennenden Spalte führt, die jedoch, wie Längsschnitte lehren, nur im mittleren Keimblatte ihre Lage hat. Zu dieser ersten Spalte der rechten und linken Seite gesellt sich bald eine zweite, weiter nach hinten gelegene, die ebenfalls um etwa 0,14—0,19 mm vom Primitivstreifen entfernt ist, was beweist, dass während der Bildung der Urwirbel eine Verschiebung des Primitivstreifens nach hinten statt hat. Mit der Ausbildung der ersten und zweiten Spalte ist die Anlage Eines Urwirbels gegeben, der jedoch nicht der vorderste ist, indem bald vor der ersten Spalte noch eine solche entsteht. Der so auftretende, der Zeit nach zweite Urwirbel ist der vorderste von allen, indem von nun an alle neuen Spalten und Urwirbel hinter der zweitersten Spalte und dem zuerst auftretenden Urwirbel sich bilden. Noch sei bemerkt, dass die zuerst auftretenden Urwirbel anfangs sehr breit sind und am Rande ohne scharfe Grenze sich verlieren. Später ziehen sie sich median-

wärts zusammen, verdicken sich und erscheinen dann schmäler und schärfer begrenzt.

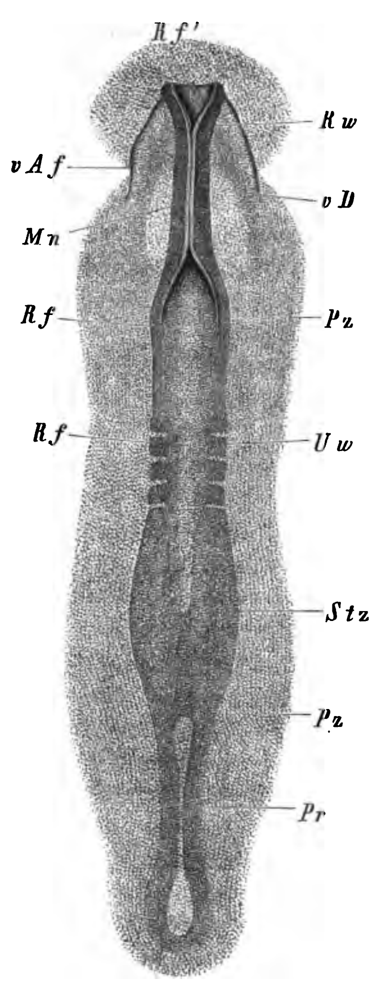


Fig. 23.

Wir gehen nun weiter in der Betrachtung der Embryonalanlagen von der Fläche und finden bei einer solchen aus der 36. Stunde, die jedoch nur 3 mm Länge besass (Fig. 23), folgende Verhältnisse: Die ganze Embryonalanlage ist schmäler und länger geworden und beruht das Längenwachsthum vor Allem auf einer Zunahme des Kopftheiles und der zwischen dem ersten Urwirbel und dem vorderen Ende des Primitivstreifens gelegenen Theile, während dieser nach und nach an Länge abnimmt.

Von den einzelnen Theilen tritt nun der Kopf länger und schärfer hervor und ist die Rückenfurche etwas hinter dem vordersten Ende desselben durch Vereinigung der Rückenwülste bereits geschlossen, so jedoch, dass die Schlussnaht (*Mn*) noch deutlich erkannt wird. Am vordersten Ende des Kopfes besteht jedoch die Rückenfurche noch als eine mässig weite Rinne (*Rf'*) und ebenso öffnet sich dieselbe von der Mitte des Kopfes an wieder und wird bald so breit wie die Stammzone, in welchem Zustande sie dann bis in die Gegend der Urwirbel und noch weiter sich erhält, indem sie zugleich immer mehr sich abflacht. Hinten zwischen den Buchstaben *Stz* und *Pz* geht die Rückenfurche sich ver-

Fig. 23. Embryonalanlage von 3 mm Länge eines 36 Stunden bebrüteten Hühnerembryo. Vergr. 39mal. Buchstaben wie in Fig. 20. Ausserdem *Mn* Naht des Medullarrohres am Kopfe; *v D* durchschimmernder Rand der vorderen Darmpforte; *Rf'* Rückenfurche, vorne offen; *v Af* Ausgangsstelle der vorderen Amnionfalte vom Kopfe; *Uw* Urwirbel.

schmälernd in die Primitivrinne über und diese zieht wie früher bis zum hintersten Ende des Primitivstreifens.

Die Urwirbel sind bei diesem Embryo schärfer gezeichnet als früher, vier an der Zahl, mit einem in Bildung begriffenen fünften Wirbel, doch ist der vorderste nach vorn zu noch nicht scharf abgegrenzt. Hinter den Urwirbeln zieht sich die Stammzone bis zum Anfange des Primitivstreifens sich verbreiternd fort, um von da an bald wieder abzunehmen und schliesslich ganz schmal auszulaufen. Die Parietalzone ist schmäler und in den meisten Gegenden nicht schärfer begrenzt als früher, mit Ausnahme des Kopfes, wo dem anders ist. Von der Bauchseite aus sieht man den Umschlagsrand des vorderen Kopfendes viel weiter nach hinten gerückt und so im Kopfe eine schon ansehnliche Höhlung als Anlage des Vorderdarmes gebildet, die noch immer einzig und allein von der vorderen Darmpforte her zugängig ist. Der Rand, der diese Oeffnung begrenzt, setzt sich nach wie vor in das Blastoderma der *Area pellucida* fort, doch zeigt sich jetzt das Neue, dass in der Dicke des Umschlages, der den Vorderdarm an der Bauchseite begrenzt, eine Spalte entstanden ist, so dass der Umschlag des Kopfes nun an zwei Punkten in die Keimhaut sich fortsetzt. Die vordere Verbindungsstelle sieht man an der Fig. 23 bei *vAf* und ist dieselbe nichts als die spätere vordere Amnionfalte, während die hintere von *vD* oder dem Rande der vorderen Darmpforte ausgeht. Die Bedeutung aller dieser Theile kann erst später näher erörtert werden, doch gebe ich zur vorläufigen Orientirung noch einen Hinweis auf die Figur 25.

Ich schildere nun noch einen Embryo von 40—42 Stunden (Fig. 24, 25) und hebe nur die Verhältnisse hervor, die einen Fortschritt gegenüber dem Embryo der Fig. 23 beurkunden. Der Embryo besitzt eine Gesammtlänge von 4,2 mm, von der 1,45 mm auf den Kopf, 0,80 mm auf die Gegend der Urwirbel und 1,95 mm auf das hintere Leibesende kommen, von denen 0,85 mm dem Primitivstreifen angehören. Am Kopfe ist nun die Rückenfurche ganz geschlossen, mit Ausnahme des allervordersten Endes, wo dieselbe noch ein wenig offen steht, und ist mit dem Schlusse der Furche nun auch das Gehirn angelegt, welches aus der die Furche zunächst begrenzenden Substanzlage, der sogenannten Medullarplatte entsteht. An der Gehirnanlage sind um diese Zeit bereits drei Theile zu unterscheiden, welche Vorderhirn (*Vh*), Mittelhirn (*Mh*) und Hinterhirn (*Hh*) oder 1., 2. und 3. Hirnblase heissen, von welchen das Vorderhirn den breitesten Theil darstellt. Im übrigen ist der Kopf stärker abgeschnürt als früher, der Umschlagsrand an der Bauchseite länger und somit auch der Vorderdarm besser entwickelt. Zugleich zeigt sich als neues Gebilde in der Spaltungslücke der vorderen

Gehirn. **Vorderhirn.** **Mittelhirn.** **Hinterhirn.**

Wand des Vorderdarmes das Herz (*H*) in seiner nahezu primitivsten Form eines geraden Kanals, der nach hinten mit den Anlagen zweier Venen, der *Venae omphalo-mesentericae* (*om*) verbunden ist und vorn zwei Aortenbogen abgiebt.

Venae omphalo-mesentericae. Arcus aortae.

In der Halsgegend des Embryo erkennt man 7 deutlich abgegrenzte Urwirbel, und findet sich, auch hier die Rückenfurche bis hinter den 2. Urwirbel geschlossen und somit das Medullarrohr auch hier angelegt.

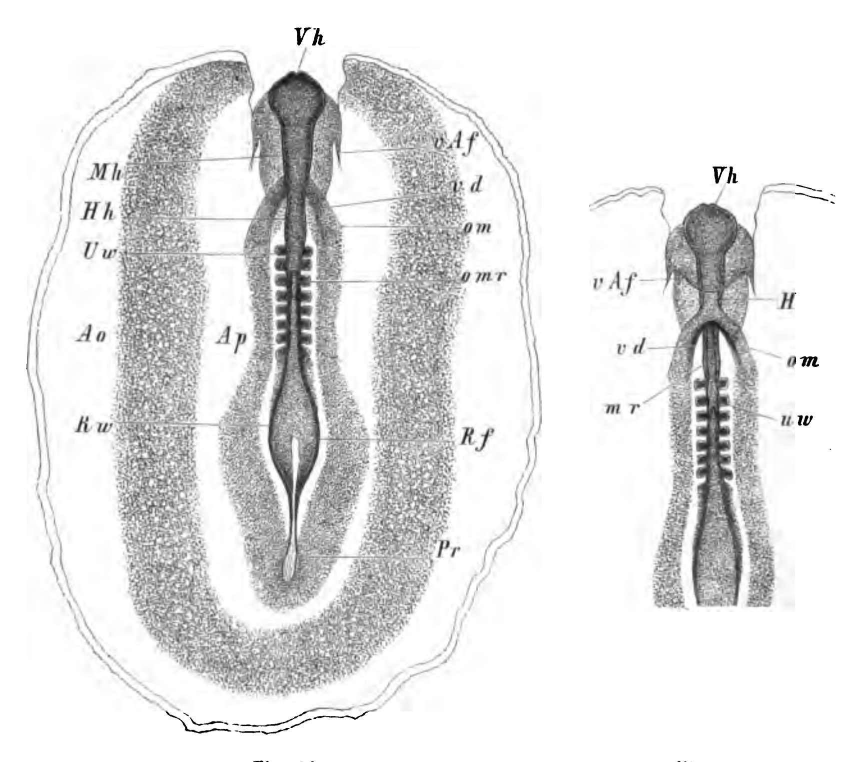


Fig. 24. Fig. 25.

Fig. 24. Embryo von 4,2 mm Länge vom zweiten Brüttage mit der *Area pellucida* und *vasculosa* von der Rückseite. Etwas über 15mal vergr. *Ao* Gefässhof, durch die Anlage der Randvene begrenzt, im äusseren Theile nicht schattirt. (Die Anlagen der Blutgefässe sind nicht dargestellt.) *Ap Area pellucida*; *Vh* Vorderhirn; *Mh* Mittelhirn; *Hh* Hinterhirn; *omr* Stelle wo das Medullarrohr sich öffnet; *Rw* Rückenwülste; *Rf* Rückenfurche weit offen; *Uw* Urwirbel; *Pr* Primitivstreifen; *vd* vordere Darmpforte; *om Venae omphalo-mesentericae* (Anlage); *vAf* vordere Amnionfalte.

Fig. 25. Vorderer Theil desselben Embryo von der Bauchseite. Buchstaben wie vorhin. Ausserdem *H* Herzanlage als gerader Schlauch, dessen vorderes Ende nicht deutlich genug vom durchschimmernden Vorderhirn abgesetzt erscheint, *mr* Medullarrohr.

Weiter rückwärts tritt die Furche wieder auf (bei *omr*), ist jedoch im Bereiche der Urwirbel eng, um erst hinter denselben rasch sich zu erweitern und dann in der Gegend des vorderen Endes des Primitivstreifens allmälig sich zu verlieren.

Die Parietalzone, die im Holzschnitte nicht besonders bezeichnet ist, ist am Kopfe schmal, etwas breiter in der Gegend der Urwirbel und am breitesten am hinteren Leibesende.

Die Keimhaut des zuletzt geschilderten Embryo zeigt eine schmale und leierförmige *Area pellucida*. Die *Area vasculosa* hat in der Breite 4,5 mm und in der Länge 6 mm und lässt, obschon noch keine Gefässe sichtbar sind, die Anlage der Randvene deutlich erkennen.

Ueber den Gefässhof hinaus reicht noch als breiter Rand der nicht dargestellte Dotterhof mit kreisrunder Begrenzung, an dem der innere Theil dunkler erscheint als der äussere.

§ 7.

Verhalten früher Embryonalanlagen auf Querschnitten.

Nach Schilderung der Art und Weise, wie die ersten Embryonalanlagen im Flächenbilde auftreten, ist es nun an der Zeit, auch einen Blick auf den innern Bau derselben zu werfen, wie er aus Querschnitten sich ergiebt.

Querschnitte von Embryonen vom 2. Tage.

Als Beispiel wähle ich einen älteren Embryo von beiläufig dem Alter des in der Fig. 24 dargestellten, weil an einem solchen nicht nur ältere, sondern auch, am hinteren Leibesende, junge und jüngste Zustände zusammen vorkommen und die Beziehungen derselben zu einander nicht unschwer sich erkennen lassen.

Beginnen wir mit der Untersuchung von Querschnitten der hinter den Urwirbeln gelegenen Gegend, da wo die Rückenfurche noch weit ist, so finden wir folgende Verhältnisse (Fig. 26). Die Embryonalanlage besteht aus drei gut getrennten Lagen, von denen die innere, das Darmdrüsenblatt (Remak) oder das Entoderma (*dd*), keinerlei Eigenthümlichkeiten darbietet, ausser dass sie überall von gleicher mässiger Dicke ist, während im Mesoderma oder mittleren Keimblatte in der Mitte als besonderes Organ die Chorda (*ch*) erscheint und das äussere Keimblatt oder das Ectoderma die tiefe Rückenfurche (*rf*) zeigt.

Medullarplatte.

Genauer bezeichnet zerfällt das Ectoderma in zwei Theile. Der dickere mediale Theil ist die Medullarplatte von Remak, die, 37 bis 43 μ dick, eine 0,15 mm tiefe und bis zu 0,19 mm breite Furche, die Rückenfurche (*rf*), auskleidet, welche durch stark vortretende Wülste,

Rückenwülste. die Rückenwülste oder Medullarwülste (*rw*) begrenzt wird. An diesen geht die Medullarplatte scharf sich umbiegend in einen dünnen Hornblatt. Theil des Ectoderma, das sogenannte Hornblatt (*h*) von Remak über, das erst der Medullarplatte genau anliegt, bald jedoch von derselben sich abhebt und dünner werdend als Bekleidung des Mesoderma weiter läuft.

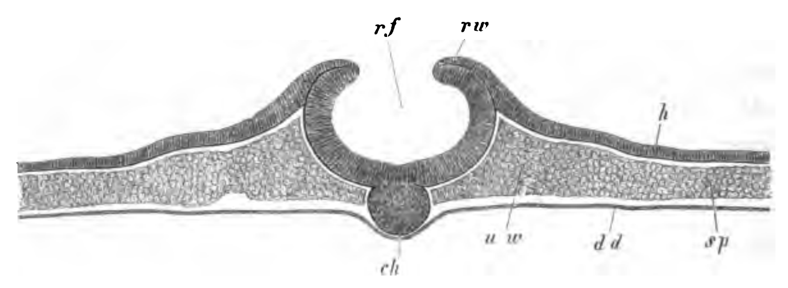


Fig. 26.

Dem Baue nach bestehen die Medullarplatte und die dickeren Theile des Hornblattes aus zwei bis drei Lagen senkrecht stehender schmälerer Zellen, die dünneren Theile aus nur Einer Zellenschicht, welche bald die Natur eines gewöhnlichen Pflasterepitheliums annimmt.

Chorda dorsalis. Im Mesoderma lenkt die *Chorda dorsalis* oder Rückensaite (*ch*) das Hauptaugenmerk auf sich, ein beiläufig kreisrunder, unterhalb der Mitte der Medullarplatte gelegener Körper von 97 μ Breite und 81 μ Dicke, an dem starke Vergrösserungen eine Zusammensetzung aus runden kernhaltigen Zellen, aber keine besondere Umhüllungsmembran nachweisen. Scharf geschieden von diesem Strange, der als Vorläufer der Wirbelkörpersäule aufzufassen ist, sind die seitlichen Theile des Mesoderma, deren dickere medialen Theile (*uw*) im Bereiche der Urwirbelplatten. Stammzone der Embryonalanlage mit Remak die Urwirbelplatten heissen, welche sich dann ohne Grenze in die dünneren Seitentheile (*sp*) Seitenplatten. oder die Seitenplatten (Remak) fortsetzen, welche soweit reichen als die Parietalzone der Flächenbilder und dann unmittelbar in das noch dünnere Mesoderma der *Area pellucida* übergehen.

Vom Rande dieses Fruchthofes aus erstreckt sich dann das Mesoderma jederseits noch beiläufig auf 1,5 mm Breite in die Randtheile des Blastoderma hinein und begrenzt sich mit einer Verdickung, der Anlage

Fig. 26. Querschnitt eines Hühnerembryo, bez. No. XI., von der 2. Hälfte des 2. Tages aus der Gegend hinter den Urwirbeln, wo die Rückenfurche weit offen ist. Vergr. 83mal. *rf* Rückenfurche, von der Medullarplatte ausgekleidet; *rw* Rückenwülste; *h* Hornblatt, seitlicher Theil des Ectoderma; *ch* Chorda; *uw* Urwirbelplatten (Remak); *sp* Seitenplatten (Remak); *dd* Darmdrüsenblatt (Entoderma).

der Randvene des späteren ersten Gefässsystems. Das ganze Mesoderma besteht aus rundlichen Zellen und zeigt die ersten Andeutungen der Gefässbildung, von denen später im Zusammenhange gehandelt werden soll.

Entoderma.

Das Entoderma (*dd*) endlich besteht in der Gegend der Embryonalanlage aus einer einfachen Schicht platter Pflasterzellen. Gegen den Rand der *Area pellucida* zu werden diese Zellen allmälig höher und mehr cylindrisch und gehen in der *Area vasculosa* in grosse, z. Th. mehrschichtige, z. Th. einschichtige Elemente über, die im Gefässhofe eine Lage von 54—64 μ Dicke und im Dotterhofe anfangs eine solche von 108—130 μ Mächtigkeit, den von mir so genannten Keimwulst, bilden. Im Dotterhofe verschmächtigt sich dann übrigens das Entoderma und läuft schliesslich mit dem Ectoderma zusammen ganz dünn aus.

Keimwulst.

Wir wenden uns nun zu einer vorderen Gegend, die immer noch hinter den Urwirbeln, aber dicht an denselben liegt (Fig. 27). Hier finden wir die beiden äusseren Keimblätter in wesentlich anderen Zuständen.

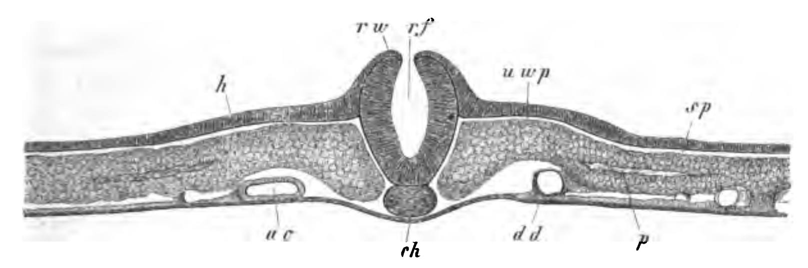


Fig. 27.

Im äusseren Keimblatte ist die Rückenfurche tiefer und der Eingang zu derselben spaltenförmig geworden, indem die Rückenwülste einander sich genähert haben. So ist nun die Medullarplatte aus der Gestalt einer Halbrinne nahezu in die eines Rohres übergegangen, und erkennt man deutlich in demselben die Anlage des Medullarrohres. Im Mesoderma ist die Chorda dünner als früher und etwas abgeplattet, die Urwirbelplatten dagegen dicker und auch in der Form anders gestaltet. Als Novum tritt nun ein Gefässlumen an der Grenze zwischen Urwirbelplatten und Seitenplatten unmittelbar am Entoderma auf, welches nichts anderes ist, als die *Aorta descendens*, und andere Gefässschnitte können auch noch weiter nach aussen in den tiefsten Theilen des Mesoderma

Aorta.

Fig. 27. Querschnitt von demselben Hühnerembryo, No. XI, wie Fig. 26, etwas weiter vorn. Vergr. 83mal. Buchstaben dieselben. Ausserdem *ao Aorta descendens*; *uwp* Urwirbelplatte; *p* Spalte in den Seitenplatten, erste Andeutung der Pleuro-peritonealhöhle.

sichtbar sein. Ausserdem verdient Beachtung eine dünne Spalte in den Seitenplatten (*p*), die **Peritonealspalte**, welche als die erste Andeutung der grossen visceralen Leibeshöhle anzusehen ist.

Peritoneal-spalte.

Aus der Gegend der Urwirbel, zwei Schnitte weiter vorn als Fig. 27 ist Fig. 28, die die mittleren Theile des Blastoderma darstellt. Dieselbe zeigt das **Medullarrohr** ganz geschlossen und vom Hornblatte abgeschnürt, so jedoch, dass in beiden Blättern die Schlussnaht noch zu erkennen ist. Ferner sind nun die Urwirbel deutlich als grosse rundlich viereckige Massen (*uw*) zu erkennen, wenn auch von den Seitenplatten

Medullarrohr.

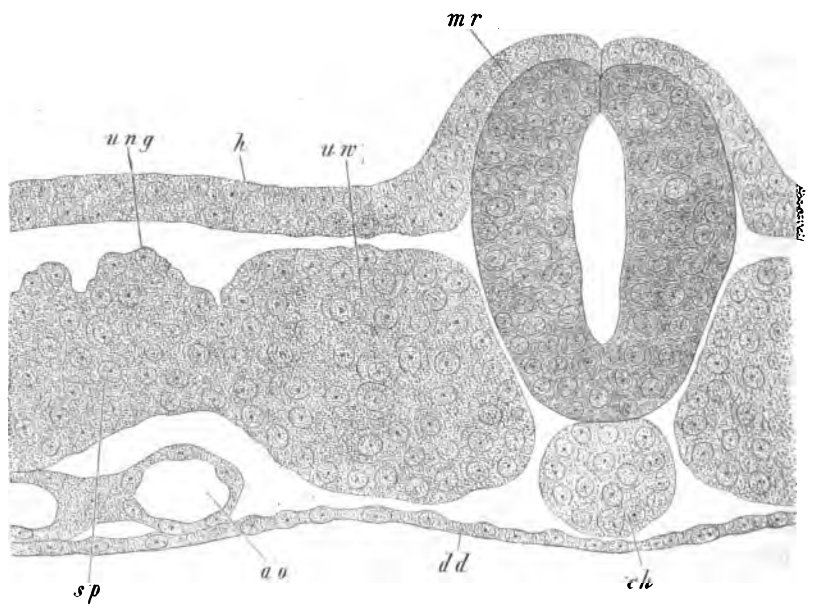


Fig. 28.

(*sp*) nicht vollkommen abgeschnürt. Da wo die Seitenplatten an die Urwirbel angrenzen, erhebt sich warzenförmig eine Zellenmasse (*ung*) der Seitenplatte, die nichts anderes ist als die erste Anlage des **Urnierenganges**.

Urnierengang.

Weiter nach vorn zeigen nur noch zwei Schnitte den Urnierengang, worauf derselbe dann in der Gegend der vordersten Urwirbel fehlt. Die übrigen Veränderungen in der Urwirbelgegend zeigt die Fig. 29, welche

Fig. 28. Querschnitt des Hühnerembryo No. XI, von dem die Figg. 26 und 27 stammen, aus der Gegend der Urwirbel. 480mal vergr. Buchstaben wie bei Fig. 27. Ausserdem *mr* Medullarrohr, an dem noch die Schlussnaht sichtbar ist; *ung* Urnierengang in der Abschnürung begriffen.

der Gegend des 3. Urwirbels entnommen ist, und lassen sich dieselben kurz dahin bezeichnen, dass die Aorten näher zusammenrücken, Urwirbel, Mark und Chorda dicker werden und an der Bauchseite eine seichte Rinne, die Darmrinne entsteht. Sehr auffallend ist auch das Verhalten der Seitenplatten, welche nun deutlich eine Spalte zeigen und in eine obere Lage, die Hautplatte (REMAK), und eine untere Schicht, die Darmfaserplatte (REMAK), gespalten sind. Diese letztere Platte ist an diesen Schnitten aus der Gegend der vordersten Urwirbel auffallend dick und wie aus cylindrischen Zellen gebildet.

Darmrinne.

Hautplatte.

Darmfaserplatte.

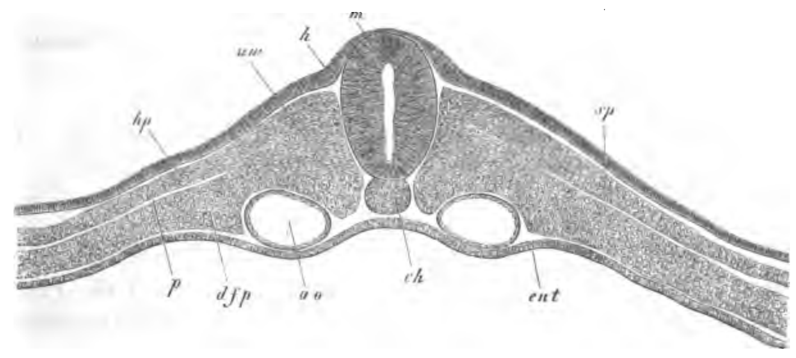


Fig. 29.

Die Gegend vor den Urwirbeln zeigt bei Embryonen dieses Alters in langer Ausdehnung den Vorderdarm angelegt und an seiner vorderen Wand anliegend das Herz. Als Beispiel wähle ich eine Gegend, in der das Herz sichtbar ist, und gebe einfach eine Beschreibung des Querschnittes (Fig. 30), ohne auf die Geschichte der Entstehung des Herzens einzugehen, die weiter unten im Zusammenhange geschildert werden soll.

Der Schnitt zeigt im Leibe des Embryo selbst in der Mitte die Chorda dorsalis und das Medullarrohr (*m*), d. h. die 3. Hirnblase. Die grosse quere Spalte vor diesen Theilen (*ph*) ist die Höhle des Vorderdarms, dessen Epithel an gewissen Stellen auffallend dick, an anderen wiederum sehr dünn ist. Mit seinen seitlichen Theilen ist der Vorderdarm stark nach hinten gebogen und hier umfasst er die zwischen ihm und dem Medullarrohre gelegenen *Aortae descendentes* (*a*). Eine dritte

Vorderdarm.

Fig. 29. Querschnitt des Hühnerembryo No. XI der Figg. 26, 27 und 28 aus der Gegend des 3. Urwirbels. Vergr. 106mal. Buchstaben wie in Fig. 28. Ausserdem *m* Medullarrohr; *hp* Hautplatte (REMAK); *dfp* Darmfaserplatte (REMAK), welche beide zusammen aus der früheren Seitenplatte sich entwickelten. Die Spalte dazwischen ist die Pleuro-peritonealhöhle.

Biegung abwärts zeigt derselbe an der vorderen Wand in die Mitte, da wo aussen das Herz ansitzt. Alle Zellenmassen, die das Medullarrohr, die Aorten und die Chorda umgeben, gehören dem Mesoderma an und

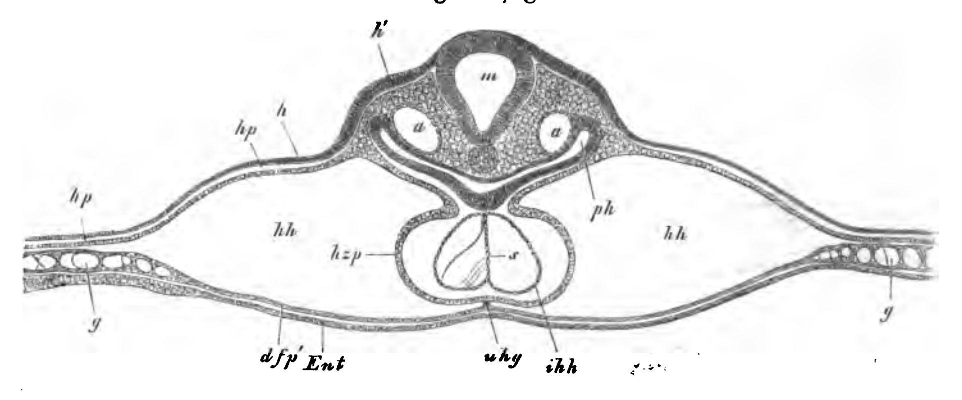


Fig. 30.

repräsentiren die Stammzone desselben, die am Rumpfe die Urwirbel darstellt, weshalb man die entsprechenden Theile am Kopfe **Urwirbelplatten des Kopfes** nennen kann (REMAK). Am Rande des Darmes gehen diese Platten unmittelbar einmal in die Hautplatte (*hp*) und zweitens in die Darmfaserplatte über. Letztere, deren Bezeichnung vergessen wurde, setzt sich wieder fort in die äussere Wand des Herzschlauches (*hzp*) und diese bildet an der unteren Seite des Herzens in der Mittellinie das **untere Herzgekröse** (*uhg*), welches das Herz mit einer dünnen Haut verbindet, die von vorn die grosse Höhle (*hh*) schliesst, die das Herz enthält, die man **Halshöhle** nennen kann. Diese Wand oder die vordere Halswand besteht aus einer Fortsetzung der Darmfaserplatte, d. h. der äusseren Herzwand, *dfp'* und dem unter dieser gelegenen inneren Keimblatte (*Ent*). Im Herzen ist die innere Herzhaut (*ihh*) oder das Endothel sichtbar, das um diese Zeit noch einen doppelten Schlauch mit einem Septum (*s*) bildet. Die seitlichen Theile des Holzschnittes, wo der Buchstabe *g* ist, gehören dem innersten Theile der *Area opaca* an.

Urwirbelplatten des Kopfes.

Unteres Herzgekröse.

Halshöhle.

Fig. 30. Querschnitt durch die Herzgegend eines Hühnerembryo von 1 Tage und 15 Stunden, ungefähr von demselben Alter wie der, dem die Schnitte 26, 27, 28 und 29 entnommen wurden. Vergr. 61mal. *m Medulla oblongata*; *h* Hornblatt; *h'* verdickter Theil des Hornblattes in der Gegend, wo später die Gehörgruben entstehen; *a Aorta descendens*; *ph* Pharynx (Vorderdarm); *hp* Hautplatte; *hzp* Herzplatte (äussere Herzwand); *uhg* unteres Herzgekröse, übergehend in *dfp'* die Darmfaserplatte, die mit dem Entoderma den vorderen Theil der Wand der Halshöhle *hh* bildet. *ihh* innere Herzhaut mit (Endothelialrohr); *g* Gefässe der innersten Theile der *Area opaca*.

Endlich beschreibe ich noch einen stärker vergrösserten Querschnitt durch den Kopf des Hühnerembryo, von dem die meisten der in diesem § gegebenen Abbildungen stammen. Derselbe (Fig. 31) zeigt als inter-

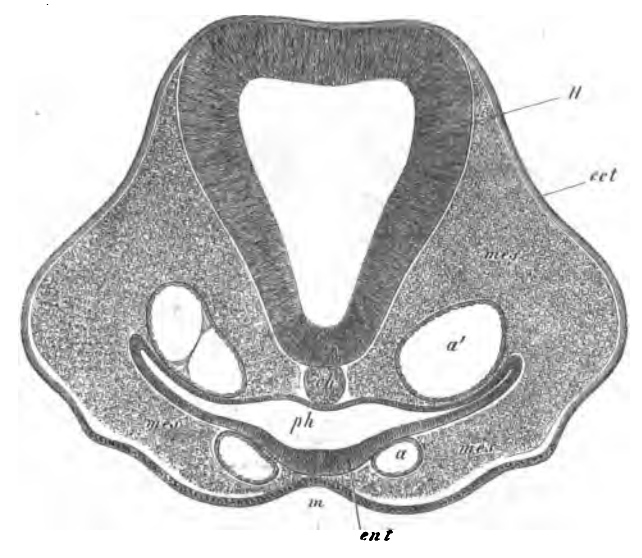


Fig. 31.

essanteste Eigenthümlichkeit bei *m* die Mundbucht vom Ectoderma oder Hornblatte bekleidet, welches hier an das Entoderma (*ent*) des Pharynx (*ph*) angrenzt. An dieser Stelle tritt später ein Durchbruch auf, nachdem die Mundbucht sich noch mehr vertieft hat, wodurch der Darm eine vordere Ausmündung erhält, während aus der Mundbucht die primitive Mundhöhle hervorgeht. Ausserdem zeigt der Schnitt in der vorderen Schlundwand die aufsteigenden Aorten (*a*) und hinter dem Pharynx die absteigenden Theile dieser Gefässe (*a'*) und vom Gehirn die 2. Hirnblase oder das Mittelhirn.

Mundbucht.

Nach Verfolgung der Schnitte dieses Embryo nach dem Kopfe zu und nach Würdigung der hier allmälig auftretenden Differenzirungen wollen wir nun auch die einfacheren, am hinteren Leibesende stattfindenden Verhältnisse in's Auge fassen und zwar an der Hand der Figg. 32 und 33, die alle demselben Embryo angehören, dessen vordere Querschnitte eben beschrieben wurden.

Fig. 31. Querschnitt durch den Kopf des Hühnerembryo No. XI, 101mal vergr. *H* Gehirn (2. Blase); *ch* Chorda; *a Aorta ascendens; a' Aorta descendens; ph* Schlund; *m* Mundbucht; *ect* Ectoderma; *ent* Entoderma; *mes* Mesoderma oder Kopfplatten.

Diese Serie lässt folgende Verhältnisse erkennen. Zuerst verschmilzt in einer Gegend, in der die Rückenfurche noch sehr deutlich ist, die Medullarplatte und die Chorda mit einander, doch sind dieselben anfänglich noch von den Urwirbelplatten getrennt. Dann wird

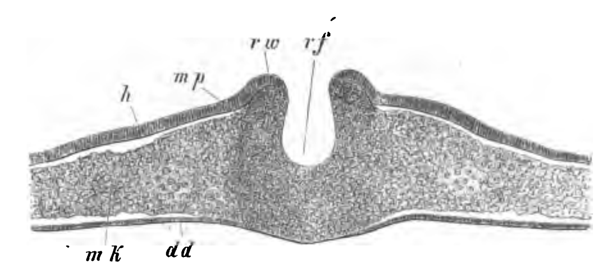


Fig. 32.

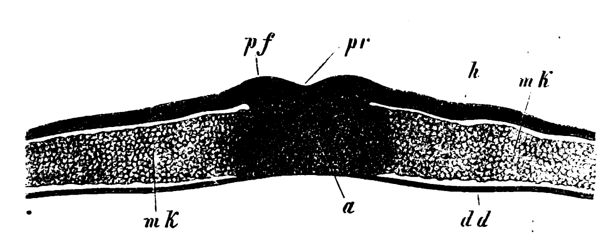


Fig. 33.

die Rückenfurche schmäler, die Medullarplatte und Chorda verschwinden als deutlich unterscheidbare Bildungen und gehen seitlich ohne Grenze in das mittlere Keimblatt über, doch ist bemerkenswerth, dass an den Rückenwülsten das Hornblatt bis an den Eingang der Furche deutlich ist (Fig. 32). Endlich tritt (Fig. 33) eine ächte Axenplatte oder ein Primitivstreifen auf. Die Primitivrinne (*pr*) ist die Fortsetzung der Rückenfurche (Fig. 32 *rf*) und die Primitivfalten (*pf*) die der Rückenwülste (Fig. 32 *rw*), und sind beide diese Bildungen anfänglich noch besser ausgeprägt als später (Fig. 33), wo ihre Verhältnisse ganz an die primitiven jüngsten Embryonalanlagen erinnern, nur dass das Mesoderma dicker ist.

Fig. 32. Querschnitt des hinteren Leibesendes des Embryo No. XI. 83mal vergr. Rückenfurche enger. Medullarplatte, Chorda und mittleres Keimblatt nicht gesondert. *h* Hornblatt; *mp* Medullarplatte; *rf* Rückenfurche; *rw* Rückenwülste; *dd* Darmdrüsenblatt; *mk* mittleres Keimblatt.

Fig. 33. Querschnitt des Embryo der Figg. 32 und 31 aus der Gegend des Primitivstreifens. Vergr. 83mal. *h* Hornblatt; *mk* mittleres Keimblatt; *dd* Darmdrüsenblatt; *pr* Primitivrinne; *pf* Primitivfalten; *a* Axenplatte oder Primitivstreifen.

§ 8.

Weitere Umbildungen des Hühnerembryo bis zum Auftreten der Leibeskrümmungen.

Wir verliessen den Hühnerembryo auf der durch die Fig. 24 S. 32 wiedergegebenen Stufe und gehen nun zur Besprechung der weiteren Stadien über, indem wir die Fig. 34 als Grundlage nehmen.

Werfen wir zuerst einen Blick auf den Embryo als Ganzes, so ergiebt sich, dass derselbe, während er langsam an Grösse zunimmt, vor Allem eine Verlängerung der mittleren Zone mit den Urwirbeln erfährt, mit der eine Verkürzung des hinteren Leibesendes und des Primitivstreifens Hand in Hand geht, so dass bei einem Embryo mit 13 Urwirbeln (Fig. 34) nur noch eine schwache Andeutung des Primitivstreifens vorhanden ist. Am Kopfe tritt ebenfalls eine Verlängerung ein, doch macht sich dieselbe weniger bemerklich, weil dieser Theil bald nach der Bauchseite sich zu krümmen beginnt und somit in der Ansicht von oben nicht in seiner vollen Länge zu Tage tritt.

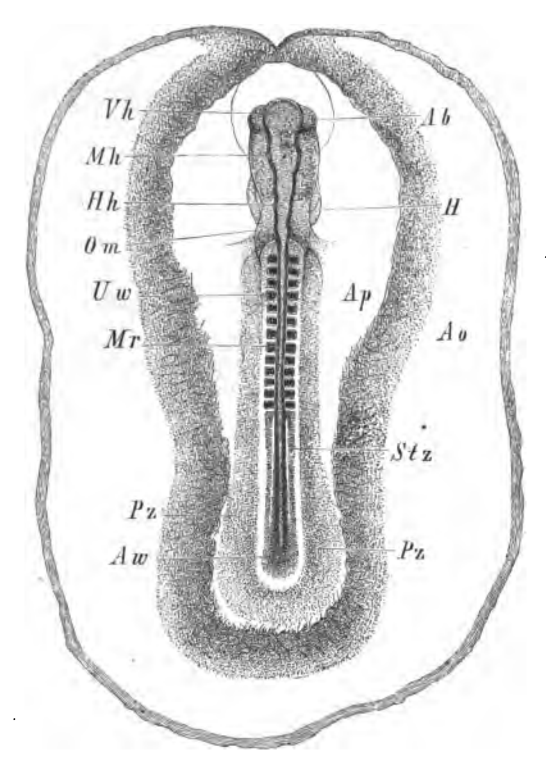


Fig. 34.

Fig. 34. Embryo des Huhnes vom Ende des 2. Tages von 4,27 mm Länge mit beiden Fruchthöfen, deren Gefässanlagen nicht dargestellt sind, etwas über 15mal vergr. *Ao Area vasculosa; Ap Area pellucida; Vh* Vorderhirn; *Mh* Mittelhirn; *Hh* Hinterhirn; *Ab* Augenblasen; *H* Herz; *Om Vena omphalo-mesenterica; Uw* Urwirbel; *Mr* Medullarrohr; *Stz* Stammzone; *Pz* Parietalzone; *Aw* Axenwulst.

Gleichzeitig mit diesen Veränderungen hebt sich der ganze Embryo schärfer von der *Area pellucida* ab, begrenzt sich deutlicher in seiner Stammzone und Parietalzone und wird nicht nur relativ, sondern selbst absolut schmäler.

Einzelheiten anlangend, so fallen in der Rückenansicht besonders die Veränderungen am Medullarrohre auf. Während wir dasselbe im früheren Stadium (Fig. 24) selbst vorn noch nicht ganz zu und hinten

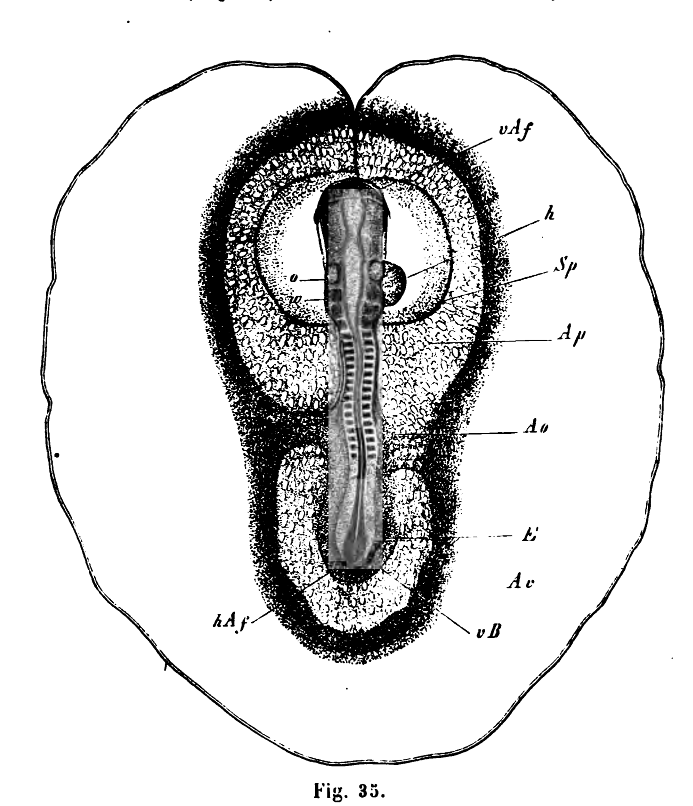


Fig. 35.

Fig 35. Embryo vom Ende des 2. Tages mit 17 Urwirbeln, der *Area pellucida* und der *Area vasculosa* mit der Randvene, etwa 6½mal vergr. Länge des Embryo 5,61 mm, Durchmesser der *Area vasculosa* 9,5 mm. Die Gefässe waren überall gut entwickelt, sind jedoch nur in der *Area pellucida* dargestellt. *vAf* vordere Amnionfalte, den Kopf schon etwas bedeckend (Kopfscheide); *Ap Area pellucida; Sp* Spaltungslücke im mittleren Keimblatte, die z. Th. Halshöhle ist und das Herz enthält, z. Th. Spalte zwischen der Amnionfalte und der Wand des späteren Dottersackes; *Ao Arteriae omphalo-mesentericae; o* Ohrgrübchen; *w* wirbelähnliche Masse dicht hinter demselben; *h* Herz; *hAf* hintere Amnionfalte; *vB* Anlage der vorderen Bauchwand am hinteren Leibesende oder hinterer Umschlagsrand; *E* Endwulst der Axengebilde, in dem noch das Medullarrohr z. Th. sichtbar ist.

vom 3. Urwirbel an noch offen im Zustande einer immer mehr sich verbreiternden Rinne verliessen, so finden wir nun, dass dieses Organ vorn bald ganz verwächst und auch am hinteren Ende langsam sich schliesst.

Im Zusammenhange hiermit verliert auch die Stammzone am hinteren Ende ihre lanzettförmige Gestalt und schwindet endlich der Primitivstreifen ganz.

Vorderhirn.

Am vorderen Theile des Medullarrohres oder dem Vorderhirne treten in dieser Zeit als wichtigste Veränderung zwei Auswüchse an der unteren Seite des Vorderhirnes auf (Fig. 34 *Ab*), welche nichts anderes sind als die ersten Anlagen des nervösen Apparates der Augen oder die sogenannten primitiven Augenblasen.

Primitive Augenblasen.

Am Schlusse dieser Periode erscheinen auch bei Embryonen mit 15—17 Urwirbeln neben dem Hinterhirne die ersten Spuren der Gehörorgane in Gestalt von Einbuchtungen des Hornblattes, die primitiven Gehörgruben (Fig. 35 *o*).

Primitive Gehörgruben.

Urwirbel.

Im mittleren Theile der Embryonalanlagen vermehren sich die Urwirbel langsam, indem die Urwirbelplatten, die jetzt sehr deutlich neben dem Medullarrohre zur Erscheinung kommen (Fig. 34 bei *Stz*), von vorn nach hinten sich gliedern.

Hinter den Urwirbeln zeigt sich in der Mitte das mehr weniger geschlossene Medullarrohr, zu beiden Seiten desselben im Bereiche der Stammzone die Urwirbelplatten und nach aussen an diesen die immer schärfer sich begrenzende Parietalzone (Fig. 34 *Pz*). Eigenthümlich ist bei älteren Embryonen mit nahezu oder ganz geschlossenem Medullarrohre das hinterste Ende der Stammzone, indem hier das Medullarrohr allmälig kolbig sich verdickt und dann mit der Chorda und den Urwirbelplatten in Eine solide Masse, den Endwulst oder Axenwulst verschmilzt (Fig. 34 *aw*, Fig. 35), welcher dann, wie wir oben schon sahen, in den letzten Rest des Primitivstreifens sich fortsetzt.

Die Bauchseite von Embryonen, wie die Figg. 34 und 35 sie darstellen, enthält im Bereiche des Kopfes einen Theil des Darmes, der im engeren Sinne Vorderdarm heissen kann, und zeichnet sich vor Allen dadurch aus, dass sie an der ventralen Seite der Darmwand eine grosse, über den Bereich des Embryo hinausgehende Höhle enthält, die die Halshöhle heisst und das Herz umschliesst (Fig. 30), dessen erste Entwicklung im Folgenden des Näheren zu besprechen ist.

Vorderdarm.

Halshöhle.

Ich beginne mit der Schilderung der Art und Weise, wie der hintere Theil des Kopfes seine seitlichen Wandungen und die vordere (ventrale) Wand erhält, und verweise zu dem Ende vor Allem auf die Fig. 37. Während ganz vorn am Kopfe die genannten Wandungen einfach durch einen Umschlag aller drei Keimblätter des vordersten Theils der

Embryonalanlage entstehen (Fig. 36), entwickeln sich dieselben mehr nach hinten, da wo später das Herz seine Lage hat, ganz in derselben Weise wie am Rumpfe dadurch, dass die Parietalzone der Kopfanlage von den Seiten nach der Mittellinie der Bauchfläche sich umbiegt. Hierbei spaltet sich, wie die Fig. 37 lehrt, das mittlere Keimblatt der Parietalzone oder die Seitenplatten des Kopfes in zwei Blätter, eine Hautplatte *hp* und eine Darmfaserplatte *dfp*, von denen die erstere mit dem Hornblatte (*h*), die letztere mit Entoderma (*e'*) sich vereint, und tritt zwischen diesen Blättern jederseits eine Höhlung auf (*pp*), die Leibeshöhle des Kopfes oder die Halshöhle (Parietalhöhle, His), in welcher später das Herz seine Lage hat und die mit der Pleuro-peritonealhöhle am Rumpfe zusammenhängt. Das erste Stadium dieser Vorgänge zeigt die Fig. 37, in welcher die ventrale Wand des Vorderdarms,

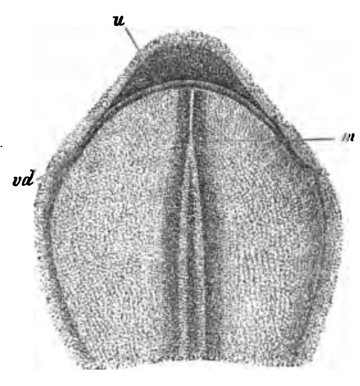


Fig. 36.

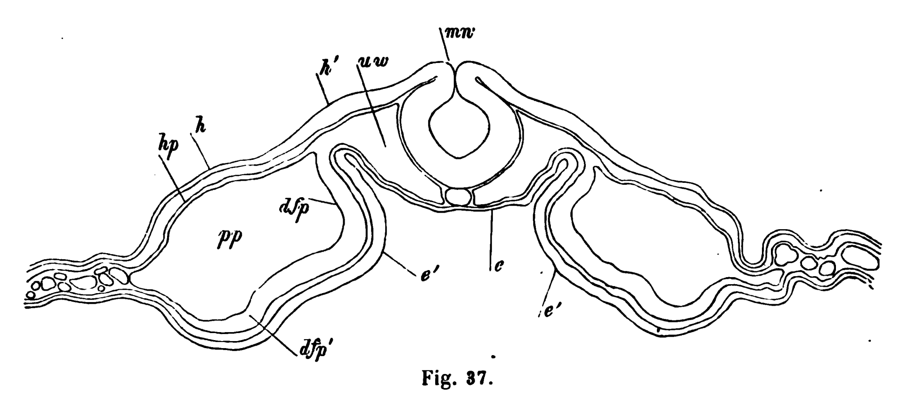


Fig. 37.

Fig. 36. Kopf eines Hühnerembryo mit 2 Urwirbeln von der Bauchseite stärker vergrössert. *u* Umschlagsrand der vorderen Enden des Kopfes; *vd* vordere Darmpforte; *m* Medullarrohr in Bildung begriffen.

Fig. 37. Querschnitt durch den hinteren Theil des Kopfes eines Hühnerembryo vom 2. Tage (Osmiumpräparat bez. F. 9) vergr. 113mal. *mn* Naht des Medullarrohres; *uw* Urwirbelplatten des Kopfes (Kopfplatten), dazwischen die Chorda; *h'* verdicktes Hornblatt da, wo später die Gehörgruben entstehen; *h* Hornblatt in der Parietalzone des Embryo; *e* Entoderma an der hinteren Schlundwand; *e'* dickeres Entoderma, das später zum Epithel der vorderen Schlundwand wird; *dfp* Darmfaserplatte der in Bildung begriffenen unteren Schlundwand oder Schlundplatte; *dfp'* Darmfaserplatte der späteren Vorderwand der Pleuro-peritonealhöhle (Halshöhle).

bestehend aus der Darmfaserplatte (*dfp*) und dem Entoderma (*e'*), im Verschluss begriffen ist, während die Leibeswände (*hp*, *h*) einfach abwärts geneigt sind, aber noch keine Neigung zum Verwachsen zeigen und zugleich durch eine grosse Spaltungslücke *pp* von der ventralen Schlundwand geschieden sind. Während der Darm zum Verschlusse kommt, und nachdem dies geschehen ist, tritt auch schon die erste Spur des Herzens in Gestalt zweier der Länge nach verlaufender Spaltungslücken seitwärts von den Buchstaben *e'* der Fig. 37 auf, die zwischen den Darmfaserplatten des Vorderdarmes und dem Entoderma dieser Gegend oder dem Darmepithel entstehen, in welchen auch gleichzeitig mit ihrem Auftreten eine zarte Zellenauskleidung, das spätere Endothel des Herzens, sichtbar wird. Diese zwei Lücken mit ihren Endothelschläuchen sind anfangs ganz gesondert (ich verweise hier auf die weiter unten bei den Säugethieren gegebenen Abbildungen von der Entwicklung des Kaninchenherzens), in weiterer Entwicklung rücken jedoch die zwei Herzanlagen einander entgegen (Fig. 38) und verschmelzen schliesslich

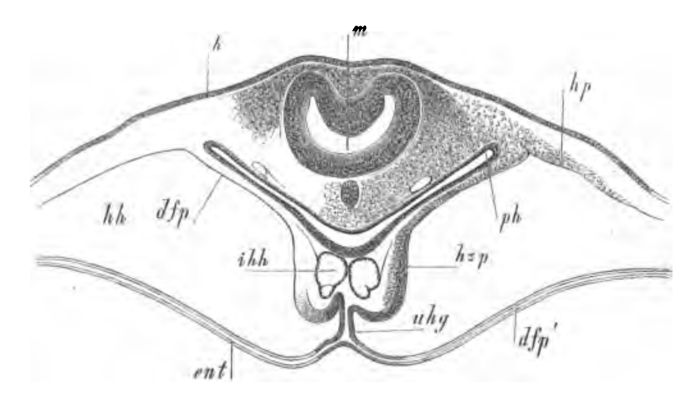


Fig. 38.

mit einander, und zwar gilt dies sowohl von der endothelialen Auskleidung der Herzanlage, als von den diese umgebenden Theilen der Darmfaserplatten. So entsteht dann ein Zustand, wie ihn die Fig. 39 darstellt, der leicht auf den früheren zurückgeführt werden kann. Das Herz

Fig. 38. Querschnitt durch die Herzgegend eines Hühnerembryo von 36 Stunden. Vergr. 100mal. Buchstaben wie bei Figur 37, ausserdem *m* *Medulla oblongata*; *ph* Pharynx; *hzp* Darmfaserplatte der Herzanlage (äussere Herzhaut, Herzplatte); *uhg* Umbiegungsstelle derselben in *dfp'* die Darmfaserplatte der Halshöhlenwand oder Anlage des unteren Herzgekröses; *Ent* Entoderma der Vorderwand der Halshöhle *hh*; *ihh* Endothelschläuche der zwei Herzanlagen (Anlage der späteren inneren Herzhaut).

bildet jetzt einen im Querschnitte annähernd kreisförmigen Schlauch, an dessen äusserer, von der Darmfaserplatte des Vorderdarmes oder Schlundes (der Schlundplatte, Remak) abstammenden Wand, die die

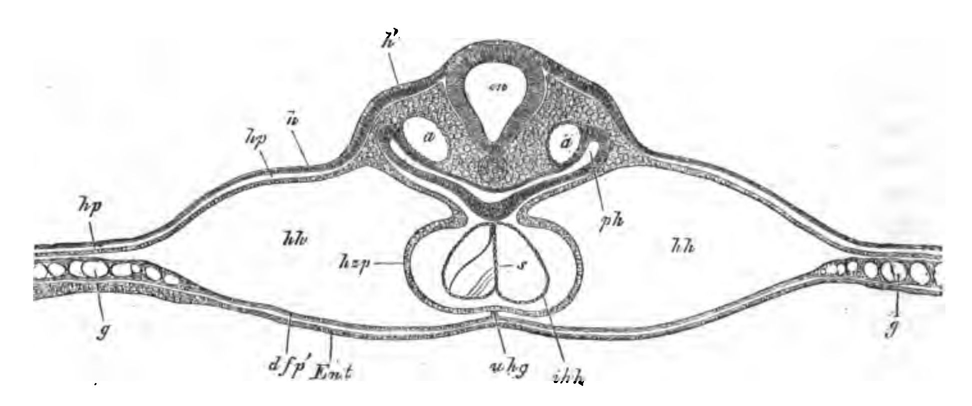


Fig. 39.

Herzplatte. äussere Herzwand oder die Herzplatte (*hzp*) heissen kann, die Bildung aus zwei Hälften noch deutlich erkennbar ist, während das im Innere Herzhaut. Innern befindliche Endothelrohr oder die innere Herzhaut (*ihh*) diese Zusammensetzung noch viel bestimmter durch ein in der Mitte befind- *Septum cordis.* liches *Septum* (*s*) anzeigt. An der Ventralseite hängt das Herz durch Unteres Herzgekröse. das sogenannte untere Herzgekröse (*uhg*) mit der Darmfaserplatte der ventralen Wand der Parietalhöhle zusammen, welches Gekröse ursprünglich aus zwei Lamellen besteht, und zugleich erkennt man auch Oberes Herzgekröse. schon den Theil, der später oberes Herzgekröse genannt wird, in der ersten Bildung, an den einspringenden Falten, da wo die Herzplatten und die Schlundplatten sich verbinden. Diese Falten treten später einander bis zur Berührung entgegen und verdrängen das Endothelrohr von seiner Berührung mit dem Darmepithel, wodurch dann auch das Herz eine grössere Selbstständigkeit gewinnt.

Verfolgt man das Herz, nachdem seine beiden Hälften in Eine sich vereinigt haben, nach vorn und nach hinten, so findet man, dass dasselbe an beiden Seiten in zwei Canäle ausläuft, die dieselben Beziehungen

Fig. 39. Querschnitt durch die Herzgegend eines Hühnerembryo von 1 Tage und 15 Stunden, ungefähr von demselben Alter, wie der, dem die Figg. 26—29 entnommen wurden. Vergr. 61mal. Buchstaben wie in Fig. 38. Ausserdem *h'* verdickter Theil des Hornblattes in der Gegend, wo später die Gehörgruben entstehen; *a Aorta descendens; s* Septum der verschmolzenen Endothelschläuche *ihh* des Herzens; *g* Gefässe der innersten Theile der *Area opaca.*

zum Vorderdarm zeigen wie die zwei Herzanlagen. Es sind dies die beiden primitiven Aorten oder Aortenbogen und die *Venae omphalo-mesentericae*, die das Blut zum Herzen leiten und von demselben abführen, sobald einmal der Kreislauf im Gange ist.

Von den späteren Zuständen des Herzens erwähne ich, dass bald nach seinem Auftreten das ventrale und dann auch das dorsale Herzgekröse in der ganzen Länge des Herzens schwindet, so dass dieses mit Ausnahme des Venen- und Arterienendes frei in seiner Höhle liegt. Im Zusammenhange mit diesem Vergehen der beiden Herzgekröse wird auch der Hohlraum, der das Herz umgiebt, welcher anfänglich doppelt ist, einfach, steht jedoch nach wie vor hinten mit beiden Pleuro-peritonealhöhlen in Zusammenhang.

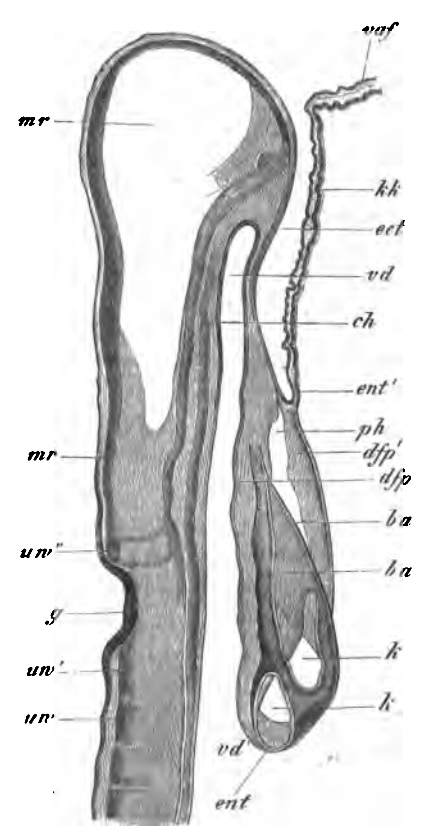


Fig. 40.

Zum vollen Verständnisse der Entwicklung des Herzens ist es unumgänglich nöthig, auch noch Längsschnitte in's Auge zu fassen. In Fig. 40 sieht man, dass die ventrale Wand des Vorderdarms *vd*—*vd'*, der schon eine bedeutendere Länge besitzt, aus einem dünnen vorderen und einem dicken hinteren Abschnitte besteht. Ersterer ist wesentlich die sogenannte Rachenhaut, die später im Zusammenhange mit der Bildung der Mundöffnung einreisst und vergeht. Der dicke Abschnitt

Rachenhaut.

Fig. 40. Längsschnitt durch den Kopftheil eines 38 Stunden alten Hühnerembryo neben der Mittellinie und z. Th. in derselben. Vergr. 69mal. *uw* erster Urwirbel; *uw'* urwirbelähnliches Segment hinter der Gehörgrube *g*; *uw''* urwirbelähnlicher Körper vor der Gehörgrube, der von einem Ganglion und zwei Nerven gebildet wird (G. Gasseri?); *ch* Chorda; *mr* Medullarrohr; *vd* vorderes Ende des Vorderdarmes (Schlund); *vd'* vordere Darmpforte, Eingang in den eigentlichen Vorderdarm; *ent* Entoderma des Vorderdarmes, übergehend in *ent'* das Entoderma der Kopfkappe *kk*, an der hier keine Lage des mittleren Keimblattes vorhanden ist; *ect* Ectoderma

enthält das jetzt schon *S* förmig gebogene Herz in einer Spaltungslücke *ph* der Darmfaserplatte der Bauchwand des Vorderdarmes. An diesem Organe unterscheidet man das Endothelrohr und die von der Darmfaserplatte abstammende Faserwand oder die Herzplatte, welche jedoch in diesem Stadium nur an der vorderen Seite frei ist, gegen den Darm zu dagegen mit der Darmfaserplatte des Vorderdarmes *dfp* verbunden erscheint. Ebenso haftet das Herz am Venenende und vorn, wo die Aorta beginnt, an der Wand des Vorderdarmes. Die Platte, welche die Halshöhle von unten schliesst, ist die Herzkappe von Remak, welche aus zwei Schichten besteht, einmal aus einer Fortsetzung des Darmepithels *ent* und zweitens aus dem beim Verschlusse des Vorderdarmes abgeschnürten Theile der Darmfaserplatte *dfp'*. Von diesen beiden Schichten geht nur das Darmepithel bei *ent'* in eine Falte der tieferen Theile des Blastoderma über, welche den Kopf theilweise bedeckt und den Namen Kopfkappe (*kk*) erhalten hat, und setzt sich überhaupt das mittlere Keimblatt am Kopfe, soweit derselbe abgeschnürt ist, nicht in das Blastoderma fort. Es besteht daher hier auch die Kopfscheide des Amnion *vaf* nur aus dem Ectoderma.

Herzkappe.

§ 9.

Gefässe, Blut.

Gleichzeitig mit dem Herzen entwickeln sich auch die ersten Gefässe, welche den sogenannten Kreislauf im Fruchthofe vermitteln.

Am Ende des zweiten Tages trifft man Herz und Gefässe alle angelegt, das rothe Blut gebildet und den Kreislauf in regelmässigem Gange, so dass nun die Keimhaut ganz entschieden in Gefässhof und Dotterhof zerfällt, zu welchem ersteren auch die *Area pellucida* gezählt werden kann, indem dieselbe mit Ausnahme ihres vordersten Theiles auch Gefässe entwickelt.

Erste Gefässe im Fruchthofe.

Die ersten Gefässe liegen in einfacher Schicht im Gefässhofe und stellen ein weitmaschiges Netz weiter Röhren dar, das von den zwei *Arteriae omphalo-mesentericae* sein Blut erhält und dasselbe durch zwei *Venae omphalo-mesentericae* dem Herzen wieder zusendet. Die *Arteriae omphalo-mesentericae* sind starke Seitenäste der *Aortae descendentes*, die

am Kopfe in *vAf* die vordere Amnionfalte übergehend, die nur aus dem Hornblatte besteht; *ph* Parietalhöhle (Halshöhle), die das Herz enthält; *ba* vordere und hintere Begrenzung des *Bulbus aortae*; *k* Herzkammer zweimal angeschnitten; *dfp* Darmfaserplatte des Vorderdarmes; *dfp'* Darmfaserplatte der vorderen (unteren) Wand der Parietalhöhle.

gegenüber den letzten Urwirbeln aus dem Embryo in den Fruchthof treten (Fig. 35 *ao*) und schliesslich in eine Randvene, *Vena s. Sinus terminalis*, münden, die, den ganzen Gefässhof umkreisend, dem Kopfende des Embryo gegenüber jederseits demselben sich zubiegt und entweder nur mit Einem Stamme, der *Vena vitellina anterior*, in die linke *Vena omphalo-mesenterica* übergeht oder mit zwei getrennten Stämmen in die beiden Venen dieses Namens sich ergiesst. Die Verästelungen der *Arteriae omphalo-mesentericae* sind so, dass dieselben mehr die mittlere und hintere Region des Gefässhofes einnehmen und hier zum Theil in ein weitmaschiges Netzwerk sich auflösen, z. Th. mit starken Aesten in die Randvene übergehen. Diese bezieht, abgesehen von diesen Aesten, hinten und seitlich überall eine Menge Wurzeln aus dem allgemeinen Gefässnetze des Blastoderma, und ausserdem sind die Randvene und die *Vena vitellina anterior* vorn auch unmittelbar durch zahlreiche weite Anastomosen verbunden, so dass der vordere Theil des Gefässhofes eigentlich nur Venen zeigt.

Durchaus gefässlos ist um diese Zeit einzig und allein eine kleine Stelle des Gefässhofes unmittelbar unter dem vordersten Kopfende und vor demselben zwischen den beiden *Venae vitellinae anteriores*, welche Stelle der Kopfscheide des Amnion anliegt.

Im Embryo entsendet das nunmehr *S*förmig gebogene Herz aus seinem vorderen Ende zwei Aortenbogen, welche, um das vordere Ende des Darmes sich herumbiegend, in zwei *Aortae descendentes* übergehen, die zwischen Urwirbel, Seitenplatten und Entoderma verlaufen (Fig. 29) und im hinteren Ende des Embryo sich verlieren, während sie seitlich die schon besprochenen Aeste in den Fruchthof abgeben. Später tritt hinter den genannten Aortenbogen noch ein zweites und dann ein drittes Paar auf, welche letzteren, vom Anfange oder dem sogenannten *Bulbus* der Aorta aus an den Seitenwänden des Vorderdarmes dahinziehend, in die *Aortae descendentes* sich einsenken. Feinere Gefässe finden sich zur Zeit der ersten Ausbildung der Gefässe im Embryo keine, doch treten dieselben schon sehr früh am Ende des zweiten und am Anfange des dritten Tages auf.

Erste Blutbewegung.

Die Blutbewegung in diesem ersten Systeme von Gefässen, welches Gefässsystem des Fruchthofes heisst, geht, da das Herz ein einfacher Canal ist, der hinten die Venen aufnimmt und vorn die Arterien entsendet, natürlich in der allereinfachsten Weise vor sich und zeigt nur insofern Abänderungen, als das Herz anfangs langsamer (40—60mal) und später schneller (100—120mal) pulsirt. Die wichtigste physiologische Thatsache ist die, dass das Herz schon zu einer Zeit pulsirt, in welcher dasselbe noch keine Spur von Muskelfasern zeigt, sondern in seinen

beiden Lagen noch ganz und gar aus einfachen Zellen besteht, eines der schlagendsten und auch seit langem verwertheten Beispiele einer Contractilität von Zellen.

Schon am dritten Tage bilden sich die oben beschriebenen Gefässe weiter um, und zeichnen sich solche Gefässhöfe dadurch aus, dass in ihnen da, wo die *Artt. omphalo-mesentericae* sich verästeln, an vielen Stellen die Gefässe in zwei Schichten übereinander liegen in der Art, dass die Arterien die tiefere, die Venen die oberflächlichere Lage einnehmen. Die Venen bestehen in dieser Zeit 1) aus einer *Vena terminalis*, die wie früher den Gefässhof abschliesst, 2) aus Einer oder zwei vorderen Dottervenen, *Venae vitellinae anteriores*, die, wo nur eine Vene da ist, in die linke *Vena omphalo-mesenterica* und sonst in beide dieser Venen einmünden, 3) aus einer hinteren linken Dottervene, *V. vitellina posterior*, die hinten aus dem *Sinus terminalis* entspringt und über der linken *Arteria omphalo-mesenterica* nach vorn verlaufend in die linke *Vena omphalo-mesenterica* übergeht, und 4) aus zwei *Venae vitellinae laterales*, die die Stämme der grossen Arterien begleiten. Links fliesst diese Vene mit der *V. vitellina posterior* zusammen, während dieselbe rechts mit der *V. anterior*, oder, wenn diese fehlt, für sich allein den Stamm der *V. omphalo-mesenterica dextra* erzeugt.

Bildungsstätte der ersten Gefässe.

In Betreff der Lage und des Theiles des Blastoderma, in welchem die ersten Gefässe sich entwickeln, so ergiebt sich, dass die erste Keimstätte der Gefässe einzig und allein die *Area vasculosa* und die angrenzenden Gegenden der seitlichen und hinteren Theile der *Area pellucida* sind. Die Schicht des Keimes ferner, in welcher die Blutcanäle sich bilden, ist das Mesoderma, und zwar ist es überall die tiefere Lage desselben, welche diese Rolle übernimmt, oder die Schicht, welche im Bereiche des Embryo und der *Area pellucida* die Darmfaserplatte heisst. Die gefässbildende Lage ist jedoch am Rande der *Area vasculosa* so dick, dass es den Anschein hat, als ob hier das ganze Mesoderma bei diesen Vorgängen betheiligt sei, während weiter einwärts gegen den Embryo zu die betreffende Schicht immer dünner wird und endlich als Darmfaserplatte ganz von der oberen Lage sich sondert. Was endlich die erste Blutbildung betrifft, so fällt diese fast ausschliesslich auf die *Area vasculosa* und kommt ausserdem nur noch in beschränktem Masse in den hinteren Theilen der *Area pellucida* vor.

Bildungsstätte des Blutes.

Bau der ersten Gefässe.

Die Bildung der Gefässe und des Blutes leitet sich schon im letzten Viertel des ersten Brüttages ein, doch werden erst am zweiten Tage die Gefässe deutlich als Röhren und das Blut mit rother Farbe sichtbar. Die eben entstandenen Gefässe bilden ein dichtes Netz mit engen Maschen (Fig. 41), an welchem kein Unterschied von Stämmen und

Aesten sichtbar ist, und erstrecken sich in einfacher Schicht von der Randvene aus über die Grenze der *Area vasculosa* und den gefässhaltigen Theil der *Area pellucida* bis zu den Anlagen der *Venae* und *Arteriae omphalo-mesentericae*. Ausgezeichnet ist dieses Netz durch das Vorkommen von roth gefärbten Stellen in der ganzen *Area vasculosa* und im hinteren Theile der *Area pellucida*, welche sogenannten Blutinseln oder Blutpunkte theils in rundlicher, theils in länglicher Form, theils auch gegen den Rand der *Area vasculosa* zu, wie in ästigen, ja selbst netzförmig verbundenen Strängen auftreten. Zu einer gewissen Zeit erscheint selbst die Anlage der Randvene als ein einziger roth gefärbter Strang, von dessen Innenrande die erwähnten Netze abgehen. Alle diese gefärbten Stellen bestehen aus mehr weniger gefärbten Anhäufungen rundlicher Zellen, welche theils einseitig an der Wand schon wegsamer Gefässe ansitzen, theils in der Verlängerung von wegsamen Gefässen liegen und wie die unmittelbaren Fortsetzungen solcher bilden. Die eben wegsam gewordenen Gefässe selbst sind dünne weite Röhren, deren Wand aus einer einzigen Lage polygonaler Zellen besteht, die gegen das Gefässlumen zu mehr weniger bauchig vortreten.

Blutinseln oder Blutpunkte.

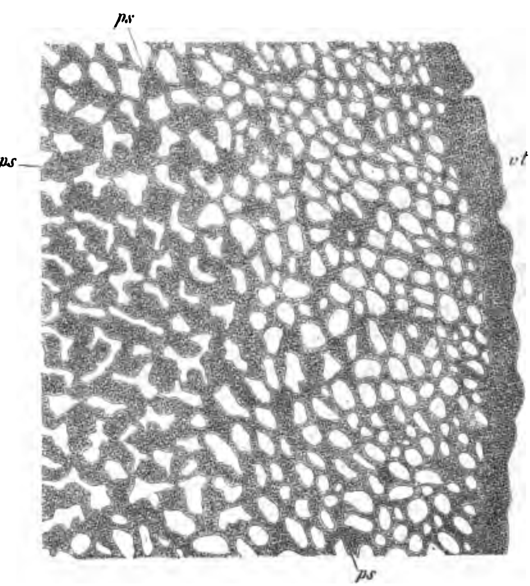


Fig 41.

Da diese Wand unmittelbar in die endotheliale Auskleidung des Herzens übergeht und später zur Innenhaut der Gefässe des Dottersacks wird, so bezeichnen wir die Gefässe des Fruchthofes auch einfach als Endothelröhren.

Wie entstehen nun diese Endothelröhren und wie das Blut?

Fig. 41. Gefässanlagen aus der *Area vasculosa* eines 40 Stunden alten Blastoderma des Hühnchens 26mal vergr. *v t Vena terminalis; p s* Blutpunkte.

Entstehung der Gefässe und des Blutes.

Was erstens die Endothelröhren des Gefässhofes anlangt, so legen sich dieselben als solide Zellenstränge an. Als zweites Stadium treten Hohlgebilde auf, die an ihrer Wand reichliche Zellenmassen enthalten, welche letzteren nach und nach eine immer entschiedener gelbe und dann rothe Farbe annehmen und nichts anderes als die oben erwähnten Blutinseln oder Blutpunkte sind. Solche eben wegsam werdende Gefässe sind äusserst unregelmässig gebildet (Fig. 41), mit schmalen und weiten, ohne Gesetz abwechselnden Stellen und mit Knotenpunkten oder Verdickungen der mannigfachsten Form, welche eben die Blutpunkte sind. Im weiteren Verlaufe werden dann die Zellen, die diese Blutpunkte bilden, alle zu rothen Blutzellen, lockern sich und treten alle in die Gefässröhren ein, die schon vorher ein helles Plasma enthalten, bis am Ende alle Blutpunkte verschwunden und alle Gefässe mit rothem Blute versehen sind.

In dieser Weise findet in der gesammten *Area vasculosa* die Bildung von Gefässen und von Blut statt, und erweist sich somit dieser Theil des Mesoderma als ein sehr bedeutungsvoller, um so mehr, als sonst in keinem anderen Theile des Blastoderma, mit einziger Ausnahme der hintersten Gegend der *Area pellucida*, und auch im Embryo selbst nicht Blutzellen gebildet werden.

Es ist jedoch nicht nur die erste Blutbildung, sondern auch die erste Gefässbildung auf die *Area vasculosa* und einen kleinen Theil der *Area pellucida* beschränkt, indem sonst nirgends und vor Allem auch in der Embryonalanlage nicht selbstständige Gefässe auftreten. Vielmehr sind die hier erscheinenden Gefässe alle nichts anderes als Sprossen der primitiven Gefässe, die von der *Area vasculosa* aus nach und nach gegen den Embryo hin und schliesslich in diesen hinein sich bilden.

Hohlwerden der primitiven Gefässanlagen.

Anmerkung. Beleuchten wir die eben berührten Vorgänge noch etwas näher, so lässt sich in Betreff des Hohlwerdens der primitiven Gefässanlagen thatsächlich nichts weiter vorbringen, und bleibt somit für jede Hypothese freier Spielraum. Immerhin kann man an andere Hohlraum- und Spaltbildungen erinnern, vor Allem an diejenigen, welche bei der Entwicklung von Drüsen (GRAAF'sche Follikel, Drüsen der Haut u. s. w.) und von serösen Höhlungen (Bauchhöhle, Höhlen im Gehörlabyrinth) stattfinden, und erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass hier wie dort eine Flüssigkeitsausscheidung oder -ansammlung zwischen compacten Zellenmassen die Ursache der Kanalisirung sei. Diese Flüssigkeitsbildung nun geht so vor sich, dass die Zellenstränge, die wir als Gefässanlagen kennen gelernt haben, nicht alle in der Mitte, sondern z. Th. mehr excentrisch ihre Höhlungen erhalten, und so bleiben dann an gewissen Stellen grössere Zellenanhäufungen stehen, die wie Verdickungen der Wand erscheinen, Bildungen, die nichts anderes als die Bildungsheerde des Blutes sind.

Es sind somit die sogenannten Blutinseln oder Blutpunkte integrirende

Theile der Gefässe, und denkt man sich dieselben am besten als verschiedengestaltige, meist rundliche, länglichrunde oder strangförmige Verdickungen der Gefässwand.

Bei der Umwandlung der Zellen der Blutpunkte in rothe Blutzellen färben sich zuerst die mittleren Zellen derselben, dann auch diejenigen, die gegen das Lumen des Gefässes zugewendet sind, und hier beginnt dann auch die Lösung der Zellen und ihre allmälige Beimengung zum Blutstrome; bis am Ende alle Zellen mit Ausnahme der äussersten Schicht sich trennen, welche letzteren als spätere Gefässwand sich erhalten.

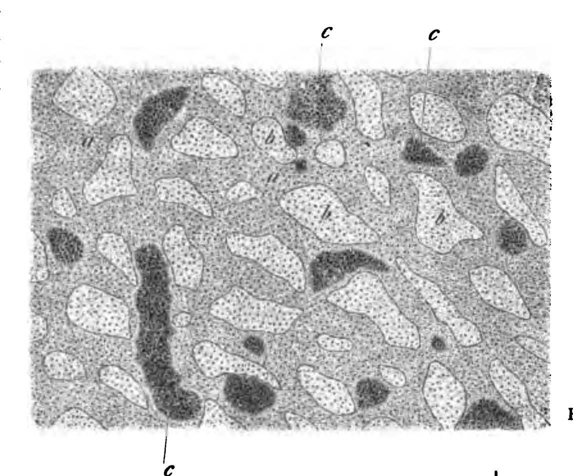


Fig. 42.

Bildung der Blutzellen.

Die **Bildung der Blutzellen** selbst geht in ungemein einfacher Weise vor sich. Anfangs den übrigen Zellen der Gefässanlagen ganz gleich, rund, kernhaltig, mit dunklen Körnchen, 9—11 μ gross, werden dieselben erst blasser und dann intensiver gefärbt, wobei sie nach und nach die Körnchen verlieren. Hierbei werden dieselben zugleich länglich rund und zeigen dann auch, wie Remak zuerst gesehen hat, eine leicht nachzuweisende Vermehrung durch Theilung in der Art, dass erst die Kerne sich theilen und dann die Zellen der Quere nach zerfallen.

Das erste Auftreten rother Blutzellen fällt in der Regel in die erste Hälfte des zweiten Brüttages, bald etwas früher, bald etwas später, je nach der Bruttemperatur und anderen äusseren Verhältnissen, und verdient alle Beachtung, dass die Blutzellenbildung beginnt, bevor noch die Circulation eingeleitet ist, und manchmal selbst vor der Anlage des Herzens in ihren ersten Spuren zu erkennen ist. Im Uebrigen sind der äussere Theil der *Area vasculosa* und vor Allem die Anlage der Randvene und die mit ihr zusammenhängenden Gefässstränge die Hauptsitze der Blutzellenbildung, und werden weiter einwärts die Blutinseln kleiner und nehmen je länger je mehr die Gestalt von begrenzten rundlichen Heerden an, so dass die allerkleinsten in der *Area pellucida* und zwar im vordersten Theile des Abschnittes liegen, der überhaupt Blutheerde enthält.

Secundäre Gefässanlagen.

Sobald die ersten Gefässanlagen hohl geworden sind, erscheinen an denselben feine **secundäre Gefässanlagen**, die theils zwischen den primitiven Canälen sich bilden, theils, wie His zuerst gezeigt hat, als **Sprossen**

Fig. 42. Gefässe der *Area pellucida* von einem Hühnerembryo von 2 Tagen. Vergr. 40mal. *a* Gefässe, *b* Interstitien derselben (Substanzinseln der Autoren), *c* Blutheerde.

der am weitesten gegen den Embryo zu gelegenen Gefässe erscheinen und von hier aus immer weiter medianwärts wachsen, bis sie endlich in den Embryo selbst eindringen, der alle seine primitiven Gefässe d. h. deren Endothelröhren in dieser Weise erhält und, abgesehen von der äusseren Herzwand, keinen Theil seines Gefässsystems selbstständig erzeugt. Diese Gefässsprossen sind solide dünne Stränge von eckigen oder von spindelförmigen Zellen, zum Theil von nicht mehr als 4 — 8 μ Breite, die zu Netzen sich zusammenordnen und von den primitiven Gefässen aus hohl werden. Indem die zuerst gebildeten secundären Gefässe immer neue Sprossen treiben, wachsen dieselben gegen den Embryo heran und treten endlich zwischen dem Entoderma und der Darmfaserplatte in der Gegend des Stammes der *Vena omphalo-mesenterica* in denselben hinein. Von hier aus dringen die Gefässsprossen in die beiden Herzanlagen und weiter, um die Endothelschläuche dieses Organs und die *Aortae descendentes* zu bilden. — Später als diese secundären Gefässanlagen wuchern auch in der Hautplatte Gefässsprossen in den Embryo hinein, welche vor Allem zu Venen sich gestalten.

§ 10.

Ausbildung der Leibesform von dem Eintreten der Krümmungen an, Amnion, Allgemeine Kappe, Allantois.

Während der Kopf, in dessen Bereich auch das Herz gehört, nach den im § 6 gegebenen Schilderungen früh sich anlegt, tritt eine entsprechende Ausbildung des Rumpfes viel später ein, und ist hier selbst am zweiten Tage von einer vorderen Leibeswand und von seitlichen Wandungen kaum mehr als die erste Andeutung zu sehen. Erst am 3. Brüttage entsteht am hinteren Ende der Embryonalanlage in ähnlicher Weise wie vorn durch einen Umschlagsrand eine kleine Höhle, die Beckendarmhöhle mit dem hinteren Darmeingange, und beginnen die Ränder der Seitenplatten auch in der Mitte des Rumpfes sich nach unten zu biegen, um dann nach und nach auch die Bauchwand der mittleren Theile zu erzeugen. Die hierbei vorkommenden, etwas schwieriger aufzufassenden Einzelverhältnisse erläutert man am besten an Durchschnitten.

Beckendarmhöhle. Hinterer Darmeingang.

Die Fig. 56 zeigt den Querschnitt der Mitte des Rumpfes eines Embryo von 36 Stunden, bei dem, obschon von einer Krümmung der Seitenplatten noch nichts zu sehen ist, doch schon ein Vorgang sich eingeleitet hat, der mit der Bildung der Peritonealhöhle zusammenhängt, nämlich die Spaltung der Seitenplatten in eine mit dem Hornblatte *h* verbundene bleibende Hautplatte *hpl* und eine mit dem Darmdrüsenblatte *d* sich vereinigende Darmfaserplatte *df*. Beide diese Platten gehen nach aussen verschmelzend in das mittlere Keimblatt des Fruchthofes

Spaltung der Seitenplatten. Hautplatte. Darmfaserplatte.

über, nach innen dagegen hängen sie bogenförmig unter sich zusammen, welcher Verbindungstheil die **Mittelplatte** (*mp*) heisst, und grenzen hier an die Urwirbel (*uw*) und an die zwischen beiden Theilen gelegenen Urnierengänge (*ung*) und absteigenden Aorten (*ao*). Die zwischen den genannten Blättern befindlichen Lücken erstrecken sich canalartig durch die Parietalzone des Embryo. Hinten finden sie sich noch deutlich zu beiden Seiten der hintersten Leibeswand und gehen bogenförmig von einer Seite auf die andere über, während sie nach vorn in die anfangs doppelte und später einfache Spaltungslücke auslaufen, in der das Herz seine Lage hat. Ein weiteres Stadium zeigt die Fig. 43, einen Querschnitt durch den mittleren Rumpftheil eines Embryo vom Anfange des 3. Tages darstellend. Hier haben sich die **Hautplatten** *hp* mit dem ihnen anliegenden Hornblatte *h* schon stark bogenförmig gekrümmt und zugleich ist der Spaltungsprozess im mittleren Keimblatte über den Bereich des Embryo hinaus eine Strecke weit in den Fruchthof oder den peripherischen Theil der Keimhaut vorgeschritten und hat

Mittelplatte.

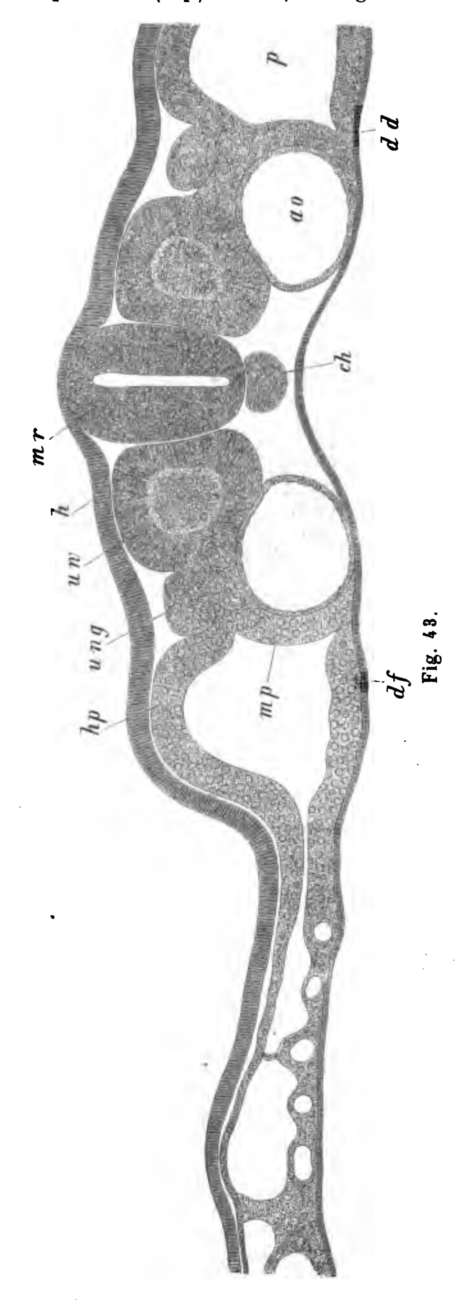


Fig. 43. Querschnitt durch ein hinteres Urwirbelpaar eines Hühnerembryo vom Anfange des 3. Tages. Vergr. 135mal. *mr* Medullarrohr; *h* Hornblatt; *uw* Urwirbel; *ung* Urnierengang; *ch* Chorda; *hp* Hautplatte; *mp* Mittelplatte; *df* Darmfaserplatte; *p* Bauchhöhle; *ao* Aorta; *dd* Darmdrüsenblatt.

sich die Fortsetzung der Hautplatten sammt dem Hornblatte etwas erhoben, welche Erhebung die erste Spur der **Amnionfalte** ist, welche in der Fig. 44 schon viel weiter gediehen bei *af* sichtbar ist. Nach innen gehen die Hautplatten bogenförmig durch die **Mittelplatten** (*mp*) in die Darmfaserplatten *df* über, doch zieht an der Umbiegungsstelle eine Fortsetzung beider und vor Allem der Darmfaserplatte, die Aorten theilweise umgebend, näher an die Mittellinie heran, eine Lage, die als erste Andeutung des **Gekröses** erscheint. Die Bauchseite des Embryo ist noch wenig vertieft, doch bemerkt man eine vom Entoderma (*dd*) ausgekleidete Furche in der Mittellinie, die **Darmrinne**.

Darmrinne.

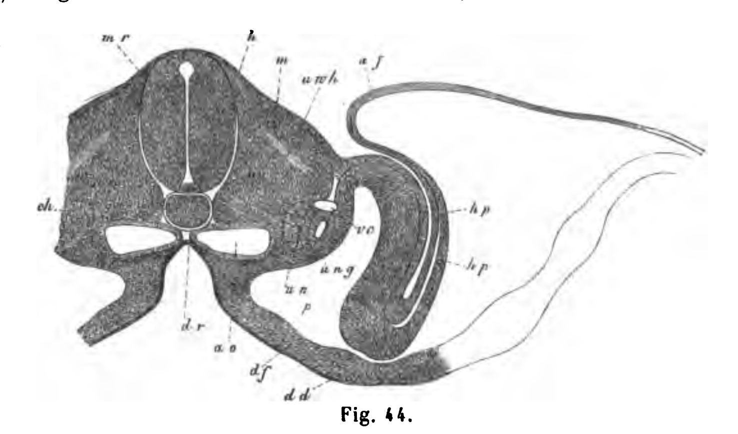


Fig. 44.

Im weiteren Verlaufe biegen sich nun, wie die Fig. 44 zeigt, die Hautplatten *hp* stark nach unten und gegen die Mittellinie zu, während zugleich die Amnionfalte *af* gegen den Rücken sich erhebt. Das Darmfaserblatt ist mächtiger und namentlich an der Umbiegungsstelle in die Hautplatte unterhalb der einander näher gerückten Aorten verdickt, welcher Theil nun schon eher den Namen **Gekrösplatten** oder **Mittelplatten** (Remak) verdient. Es ist jedoch das Entoderma *dd* in der Mitte der tiefer gewordenen Darmrinne (*dr*) noch immer nicht von einer Fortsetzung der Darmfaserplatten bekleidet, sondern grenzt nach wie vor an die Chorda *ch*, nur dass es jetzt durch die vortretenden Aorten etwas mehr von derselben getrennt ist als früher.

Die Fig. 45 endlich stellt ein Stadium dar, in welchem der Verschluss der Bauchhöhle und des Darmes fast zur Vollendung gediehen ist. Die Bauchhöhle ist durch eine dünne Haut, die **primitive Bauchwand** *bh*, die aus der Hautplatte und dem Hornblatte besteht, und in

Primitive Bauchwand.

Fig. 44. Querschnitt eines Hühnerembryo vom Anfange des 3. Tages, 90 bis 100mal vergr. Buchstaben wie in Fig. 43. Ausserdem: *un* Urniere; *m* Muskelplatte; *uwh* Urwirbelhöhle; *vc* *Vena cardinalis;* *dr* Darmrinne; *af* Amnionfalte.

das Amnion *am* sich fortsetzt, fast ganz geschlossen, und innerhalb derselben liegt der stark rinnenförmige Darmkanal, der mit seinen beiden Häuten, der Darmfaserplatte *df* und dem Darmdrüsenblatte *d*, in die entsprechenden Häute des Blastoderma übergeht, welche nun schon den Dotter fast ganz umwachsen haben und die Anlage des **Dottersackes** darstellen. Befestigt wird der Darm durch ein deutliches **Gekröse**, das von einer vor der Chorda und der Anlage der Wirbelsäule gelegenen Schicht des mittleren Keimblattes ausgeht, welche die nicht dargestellten WOLFF'schen Körper, die jetzt unpaare Aorta (*sa*) und die Cardinalvenen (*vc*) einschliesst und nichts anderes ist als die nach innen gewucherte und zu einer unpaaren Masse verschmolzene ursprüngliche Umbiegungsstelle der Hautplatten in die Darmfaserplatten oder die Mittelplatten, aus welcher Wucherung auch das Gekröse selbst hervorgeht.

Gekröse.

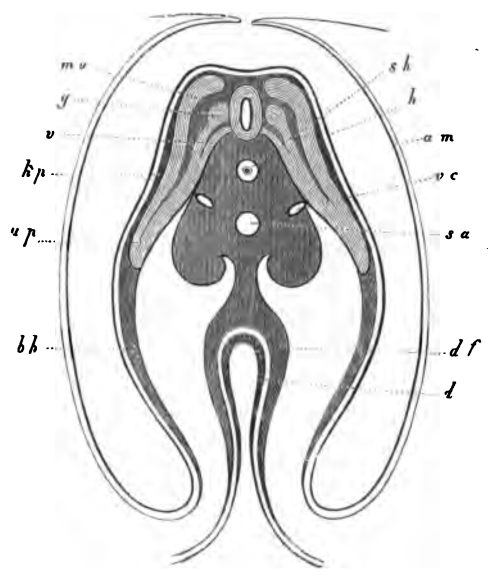


Fig. 45.

Schliesslich verwachsen auch die Hautplatten von allen Seiten her (von vorn und hinten her) gegen die Mitte der Bauchwand vorschreitend mit einander, mit Ausnahme Einer noch länger offen bleibenden Stelle, welche nichts anderes ist als der sogenannte **Hautnabel** oder **Leibesnabel**, an welchem nach wie vor die primitive Leibeswand in die zwei Lagen des Amnion sich fortsetzt. In ähnlicher Weise schliesst sich gleichzeitig mit dem Leibe auch der Darm durch die

Hautnabel.

Fig. 45. Querschnitt durch den Rumpf eines 5tägigen Embryo in der Nabelgegend. Nach REMAK. *sh* Scheide der Chorda; *h* Hornblatt; *am* Amnion, fast geschlossen; *sa* secundäre Aorta; *vc* *Venae cardinales*; *mu* Muskelplatte; *g* Spinalganglion; *v* vordere Nervenwurzel; *hp* Hautplatte; *up* Fortsetzung der Urwirbel in die Bauchwand (Urwirbelplatte REMAK, Visceralplatte REICHERT); *bh* Primitive Bauchwand, aus der Hautplatte und dem Hornblatte bestehend; *df* Darmfaserplatte; *d* Darmdrüsenblatt, beide hier, wo der Darm im Verschlusse begriffen ist, verdickt. Die Masse um die Chorda ist der in Bildung begriffene Wirbelkörper, die vor den Gefässen enthält in den seitlichen Wülsten die Urnieren und setzt sich in der Mitte ins Gekröse fort.

sogenannte Darmnaht unter Erhaltung einer dem Hautnabel entsprechenden offenen Stelle, des sogenannten Darmnabels, an dem die Darmwände durch einen engen Gang, den Dottergang, *Ductus vitello-intestinalis s. omphalo-mesentericus*, mit dem Dottersacke, *Saccus vitellinus*, sich verbinden.

Darmnabel. Dottergang. Dottersack.

Während so der Leib und der Darm sich schliessen, entsteht auch das Amnion oder Schafhäutchen, eine zarte durchsichtige Blase, welche am 4. Tage den Embryo des Hühnchens dicht umgiebt und von den jeweiligen Rändern des Bauchnabels ausgeht (Fig. 46).

Amnion, Schafhäutchen.

Die erste Andeutung dieses Häutchens tritt beim Hühnerembryo sehr frühe auf, gleichzeitig mit der ersten Erhebung des Kopfes und der Bildung eines vorderen Umschlagsrandes, und ist nichts anderes als die in mehrfachen Figuren (Figg. 13 und 15) dargestellte Aussenfalte oder vordere Amnionfalte. Rasch wächst nun diese Falte weiter und deckt schon am Ende des 2. Brüttages als Kopfscheide den vordersten Theil des Kopfes zu (Fig. 35 *af*). Viel langsamer bilden sich dann auch seitlich und hinten und somit schliesslich in dem ganzen den Embryo umgebenden Theile der *Area pellucida* solche Falten, seitliche und hintere Amnionfalten, und noch länger dauert es, bis diese Falten so sich erheben, dass sie auch in diesen Gegenden den Leib des Embryo einzuscheiden beginnen, worauf sie dann den Namen Seitenscheiden und Schwanzscheide annehmen. Von der letzteren zeigen die Figg. 35 *haf* und 49 *af* die erste Spur, und die ersteren stellen die vorhin gegebenen Figg. 44 und 45 dar. Diese Amnionfalten entstehen dadurch, dass rings um den Embryo herum, mit Ausnahme der Kopfgegend, die Fortsetzung des mittleren Keimblattes oder die Seitenplatten in ähnlicher Weise in zwei Blätter sich spalten, wie dies im Bereiche des Embryo selbst geschieht. Indem diese Amnion-Spalten sich vergrössern, erheben sich die von der Rückseite her dieselben begrenzenden Hautplatten sammt dem Hornblatte zur Bildung der Amnionscheiden, während die Darmfaserplatte mit dem Entoderma an dieser Erhebung zwar auch Antheil nimmt, aber nie zu einer vollständigen Umhüllung des Embryo gelangt, wie dies sofort des Näheren dargelegt werden soll.

Kopfscheide. Seitenscheiden. Schwanzscheide.

Der Verschluss des Amnion geschieht beim Hühnchen in einer eigenthümlichen Weise. Nachdem die Kopfscheide in einer gewissen Länge als Umschlagsrand sich gebildet hat, treten die Seitenscheiden gegen die Mitte vor und verwachsen in einer linienförmigen Naht, der Amnionnaht, die man, auch nachdem sie gebildet ist, noch leicht erkennt, weil in ihr die Substanzlage dicker ist und oft selbst eine Art Wulst darstellt. Diese Amnionnaht verwächst von vorn nach hinten, bis sie am hintersten Ende des Embryo mit der nie ein gewisses geringes Maass

Amnionnaht.

überschreitenden Schwanzscheide zusammenstösst. Als letzte Spur des noch nicht ganz geschlossenen Amnion findet sich dann hier eine kleine birnförmige länglichrunde und zuletzt rundliche Lücke dicht über dem Schwanzende des Embryo.

Vor dem Kopfende des Embryo, woselbst in der *Area pellucida* eine Fortsetzung des mittleren Keimblattes des Embryo fehlt, besteht die Amnionsscheide ursprünglich nur aus dem Hornblatte (s. Fig. 40), doch wäre es möglich, dass hier später auch eine Mesodermalage aufträte, wie dies auch bei der Kopfkappe der Fall zu sein scheint.

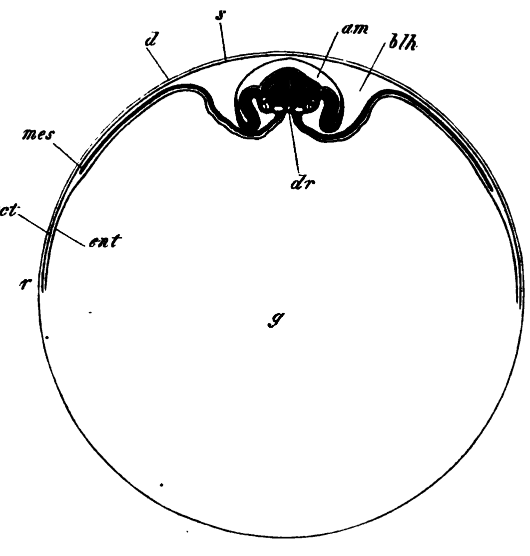


Fig. 46.

Die vorhin geschilderte Amnionnaht erhält sich nicht lange, sondern löst sich später in der Art, dass der äussere Theil der Amnionscheiden sich abtrennt und eine zusammenhängende Haut darstellt, die v. BAER die seröse Hülle genannt hat. Von dem Momente dieser Lösung an ist auch das Amnion eine ganz selbstständige Blase, die nur mit dem Nabel des Embryo zusammenhängt.

Seröse Hülle.

In der Fig. 46 sind an einem ganzen Hühnerdotter schematisch die Verhältnisse beider dieser Hüllen im Querschnitte dargestellt und erkennt man, dass zwischen dem Amnion *am*, der serösen Hülle *s* und dem Dottersacke ein Raum sich befindet *blh*, den wir als Höhle des Blastoderma bezeichnen wollen und der mit der Pleuroperitonealhöhle in Verbindung steht.

Höhle des Blastoderma.

In dieselbe Zeit wie die Entstehung des Amnion fällt auch die Bildung der sogenannten allgemeinen Kappe (v. BAER) oder des

Allgemeine Kappe v. BAER. (Falsches Amnion.)

Fig. 46. Ein Hühnerdotter mit dem Embryo und Blastoderma vom 3. Tage im Querschnitt. Der Embryo ist viel zu gross dargestellt. *r* Rand des Blastoderma oder des Dotterhofes, aus dem Ectoderma *ect* und Entoderma *ent* bestehend. *Mes* Rand des Mesoderma oder des Gefässhofes. *s* Seröse Hülle; *dr* Darmrinne; *am* Amnion; *blh* Höhle des Blastoderma; *d* Dotterhaut; *g* gelber Dotter.

falschen Amnion von Wolff, deren Verhältnisse schon v. Baer treffend geschildert hat. Löst man ein Blastoderma von der zweiten Hälfte des 3. Brüttages oder vom 4. Tage mit dem Embryo ab und betrachtet man dasselbe von der Bauchseite (Fig. 47), so sieht man keinen Theil des Embryo mehr mit Ausnahme der mehr weniger geschlossenen Darmrinne, und erscheinen der Kopf, die Seitentheile und das Schwanzende

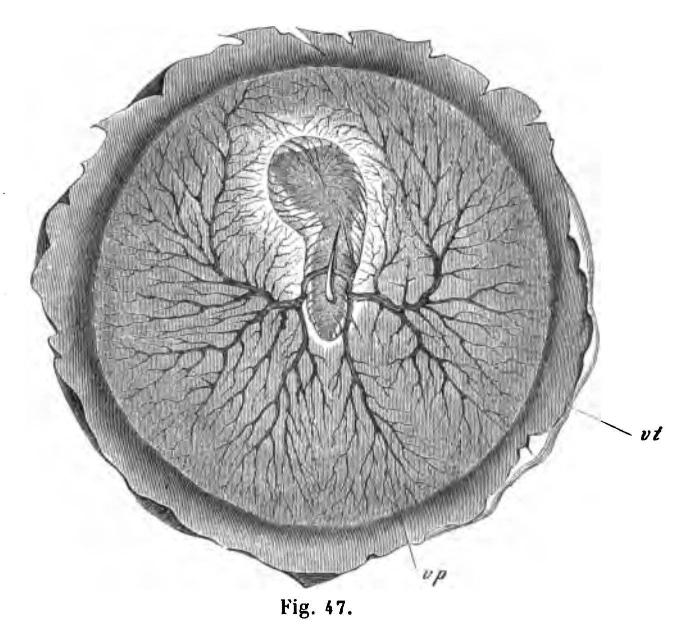


Fig. 47.

von einer gefässhaltigen Haut bedeckt, welche von den Gesammträndern der Darmrinne ausgeht und in ihren einzelnen Abschnitten die Namen Kopfkappe, Schwanzkappe, Seitenkappen erhalten hat. Besichtigt man einen solchen Embryo von der Rückseite, so findet man, dass diese allgemeine gefässhaltige Kappe bis in die Höhe des Rückens des Embryo sich erhebt, jedoch die Mitte des Rückens breit frei lässt, in welcher Gegend unter dem Mikroskope leicht oberflächlich die seröse

Fig. 47. Gefässhof eines Hühnerembryo von 3 Tagen, von der Bauchseite 4mal vergr. Der Embryo ist, von dieser Seite besehen, ganz von den tieferen Lagen des Blastoderma, dem Darmdrüsenblatte und der Darmfaserplatte bedeckt, welche um ihn sich herumschlagen und die sogenannten Seitenkappen bilden. Einzig und allein die Darmrinne ist in der Mitte des Embryo sichtbar, und wie aus dieser heraus kommen die *Arter. omphalo-mesentericae.* Die Gefässverzweigungen im Gefässhofe sind nur übersichtlich dargestellt, so dass nicht alle Einzelnheiten erkennbar sind, vor Allem nicht die *Vena vitellina lateralis. vf Vena terminalis; vp Vena vitellina posterior.*

Hülle und tiefer das Amnion mit der Amnionnaht und einer bald grösseren, bald kleineren, noch nicht geschlossenen Lücke dieser Haut erkannt wird. Untersucht man ferner die Gefässe dieser allgemeinen Kappe, so ergiebt sich, dass dieselben nichts anderes sind als die Stämme der Arterien und Venen des Gefässhofes sammt der Verästelung derselben, die am 2. Tage rings um den Embryo in Einer Ebene mit demselben sich befanden, woraus hervorgeht, dass die genannte Kappe nichts anderes ist als ein Theil der tieferen Lage des Blastoderma des Fruchthofes, bestehend aus der Darmfaserplatte und dem Entoderma, welches jetzt faltenartig den Embryo umgiebt. Noch besser erkennt man diese Verhältnisse aus Querschnitten und Längsschnitten, und zeigen solche (Fig. 48), dass der Embryo schon vor der Schliessung des Amnion wie in eine Grube des Blastoderma eingesunken ist.

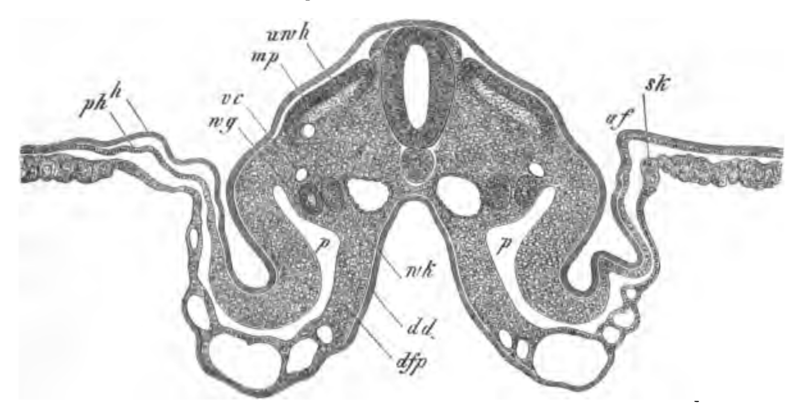


Fig. 48.

Die Bildung der eben geschilderten allgemeinen Kappe hängt mit der Gestaltung des Amnion zusammen und beginnt gleichzeitig mit der Entstehung dieser Haut. Verfolgt man die Verhältnisse näher, so erhält man den Eindruck, als ob die Amnionfalten bei ihrer Entstehung die tieferen Lagen des Blastoderma mitzögen (Fig. 48). Später werden die Amnionfalten, zugleich mit der Entstehung und Vergrösserung der Amnionspalte im mittleren Keimblatte, selbstständig und wuchern dann für sich über den Rücken des Embryo hin, während die Kappen zurück bleiben und eine gewisse Grenze nicht überschreiten (Fig. 44). Hat sich dann endlich das

Fig. 48. Querschnitt durch den mittleren Theil eines Hühnerembryo vom 3. Tage mit offenem Amnion. Vergr. 40mal. *Af* Amnionfalte; *Sk* Seitenkappe; *mp* Muskelplatte; *vc Vena cardinalis*; *wg* Wolff'scher Gang; *wk* Wolff'sche Drüse; *p* Peritonealhöhle; *h* Hornblatt; *ph* Hautplatte; *dd* Darmdrüsenblatt; *dfp* Darmfaserplatte; *uwh* Rest der Urwirbelhöhle.

Amnion ganz geschlossen und von der serösen Hülle getrennt, so bildet sich auch die Kappe zurück, ihre Falten schwinden, und liegt am 5. Tage der Embryo nur von der serösen Hülle und dem Amnion bedeckt auf dem Blastoderma oder dem sich entwickelnden Dottersacke (Fig. 46).

Allantois.

Ein sehr wichtiges Organ ist die fast gleichzeitig mit dem Amnion auftretende Allantois oder der Harnsack, welche das Secret der Urnieren oder der WOLFF'schen Körper aufnimmt und somit ihren Namen mit Recht trägt. Später wird jedoch diese Blase beim Hühnerembryo wesentlich als Respirationsorgan verwendet, während sie beim Säugethierembryo vor Allem zur Herstellung einer Verbindung zwischen Mutter und Frucht dient und ganz besondere Schicksale erleidet, wesshalb auch hier nicht mehr als nöthig von den Verhältnissen der Allantois der Vögel die Rede sein kann.

Urachus.

Die eben gebildete Allantois des Hühnerembryo ist ein birnförmiges Bläschen, das mit einem hohlen Stiele, dem Harngange, *Urachus*, aus der unteren Wand des Hinterdarmes entspringt und selbst ausserhalb des Leibes des Embryo dicht vor der Beckenbucht und unterhalb der hinteren Darmpforte auf der rechten Seite seine Lage hat. Dieses Gebilde besteht aus zwei Schichten, einer inneren dünnern Epithelialauskleidung, welche die Fortsetzung des Darmepithels ist, und einer äusseren dickeren, Gefässe führenden Lage, welche mit der Darmfaserplatte des Hinterdarmes verbunden erscheint. Die Gefässe stammen von dem Theile der primitiven Aorten, welche, neben der Allantois um den Rand der Beckenbucht sich herumschlagend, in den Fruchthof ausstrahlen, und heissen, wenn sie grösser geworden sind, die Nabelarterien, *Art. umbilicales*. Die Venen gehen zu den Venen der seitlichen Bauchwände und stellen später die zwei Nabelvenen, *Venae umbilicales, dar*.

Arteriae umbilicales.

Venae umbilicales.

Erste Bildung der Allantois.

Die erste Entwicklung der Allantois ist an Längsschnitten leicht zu verstehen. Fig. 49 zeigt einen Längsschnitt durch das hinterste Ende eines Embryo von der zweiten Hälfte des zweiten Tages. *S* ist der schon früher beschriebene Endwulst, in welchem Chorda und Medullarrohr, mit einander verschmelzend, in eine zusammenhängende Masse übergehen, an der auch das Ectoderma undeutlich ist und die somit auf dem Standpunkte der früheren Axenplatte sich befindet. An der Bauchfläche dieses Endwulstes oder der Anlage des Schwanzendes liegt vorn eine kleine Vertiefung *ed*, die erste Andeutung des Enddarmes, und hinten eine grössere enge Bucht (*all*) von 0,28 mm Tiefe, die nichts anderes als die erste Spur der Allantois ist. Hinter dem Endwulste geht der Embryo in das Blastoderma der *Area pellucida* über, an welchem das Mesoderma wie weiter vorn in eine Hautplatte (*hpl*) und eine Darm-

faserplatte (*dfp*) gespalten ist, die durch eine Spalte *sp* von einander gesondert erscheinen.

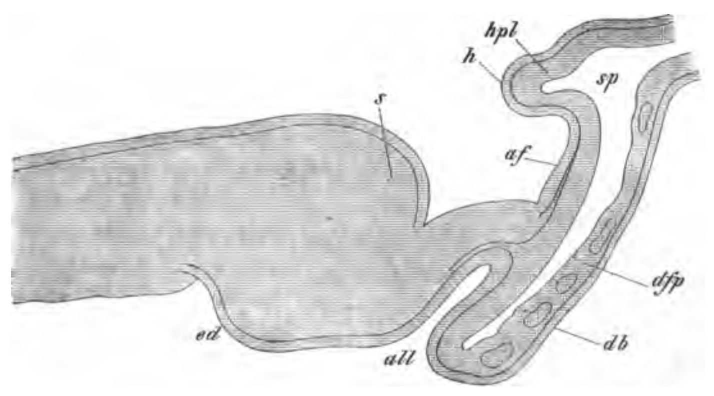


Fig. 49.

Ein weiteres Stadium zeigt die Fig. 50, aus der sich ergiebt, dass die Allantoisanlage allmälig nach vorn geschoben wird, indem einerseits der sie von hinten begrenzende Wulst oder Umbiegungsrand der tieferen Lagen des Blastoderma, der nichts als ein Theil der späteren vorderen Darmwand ist, sich nach vorn umbiegt, andrerseits der Endwulst oben und nach hinten in einem Fortsatz auswächst, in dem man leicht die Anlage des Schwanzfortsatzes erkennt.

Hat die Allantois die in der Fig. 50 dargestellte Entwicklung erreicht, so sind ihre Beziehungen zum Enddarm hinreichend klar, und bemerke ich nur, dass die Wand der Blase nun zu dem Allantoishöcker (Gasser) verdickt ist. Die sich entwickelnde Allantois ist dem Gesagten zufolge in allen Stadien hohl, ja es ist eigentlich die Höhlung, mit anderen Worten ein vom Entoderma ausgekleideter kleiner Blindsack, das erste, was man von dem Organe wahrnimmt. Zu diesem Blindsacke kommt dann in zweiter Linie eine vom mittleren Keimblatte abstammende äussere Lage, die Faserhaut der Allantois, welche jedoch erst später so von den benachbarten Theilen sich abgrenzt, dass die Allantois auch von aussen als ein besonderes Organ erscheint. Diese äussere Hülle stammt in ihrer vorderen (oberen) Wand, die zuerst als

Fig. 49. Längsschnitt durch das hintere Ende eines Hühnerembryo vom 3. Tage. 60mal vergr. *ed* Enddarmanlage; *s* Schwanzende des Embryo; *all* Allantoisanlage; *af* Amnionfalte, *h* Hornblatt derselben, *hpl* Hautplatte derselben; *db* Darmdrüsenblatt; *dfp* Darmfaserplatte, welche beide in die tieferen Lagen des Blastoderma hinter dem Embryo übergehen, die später zum Dottersacke sich umwandeln. *sp* Spalte im Mesoderma des Blastoderma.

hintere Begrenzung erscheint, von der Uebergangsstelle zwischen der Hautplatte und der Darmfaserplatte am hinteren Ende des Embryo oder einem Theile des mittleren Keimblattes, den man auch hier **Mittelplatte** nennen könnte. Die hintere (untere) Wand dagegen, die anfangs die vordere Begrenzung der Allantoisanlage bildet, ist eine mittelbare Fortsetzung der Wand des Hinterdarmes. Die Höhle, in die die Allantois sich hinein entwickelt, ist eine Spaltungslücke im mittleren Keimblatte, Fortsetzung der Lücke, die bei der Bildung des Amnion rings um den Embryo auftritt, und gestaltet sich auch hier die obere Wand der Lücke (*am*) zum Amnion und zur serösen Hülle, die untere (*dg*) zur Wand des Dottersackes.

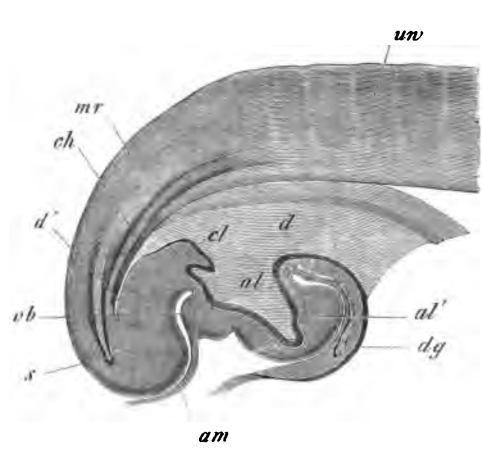


Fig. 50.

Eine besondere Beachtung verdient nun übrigens noch die Art und Weise, wie der Enddarm und die Beckenhöhle ihre **vorderen** Wandungen erlangen, indem hier ganz andere Vorgänge Platz greifen, als am vorderen Leibesende. Dort bilden einfach **alle drei** Keimblätter **miteinander** einen Umschlagsrand, und legen sich somit die vordere Darmwand und die vordere Leibeswand gleichzeitig an. Anders am hinteren Leibesende, woselbst **vor** der Bildung der betreffenden vorderen Wandungen das mittlere Keimblatt in zwei Lagen sich spaltet und die tiefere Lage, bestehend aus der Darmfaserplatte und dem Darmdrüsenblatte, zuerst allein vorwächst und eine vordere Darmwand bildet. Der hinterste Theil dieser vorderen Darmwand ist die Allantoisanlage, und erst nachdem diese eine bedeutende Entwicklung erlangt hat, erkennt man, dass die hinter ihr gelegene Zone, von der die Amnionfalte ausgeht, nach und nach zur vorderen Beckenwand sich gestaltet (Figg. 51,

Fig. 50. Längsschnitt durch das hintere Ende eines Embryo von 2 Tagen und 16 Stunden. Vergr. 33mal. *d* Hintere Darmpforte; *d'* Ende des Hinterdarmes; *al* Höhle der Allantois; *al'* Allantoishöcker; *dg* Wand des späteren Dotterganges, d. h. Uebergang der Darmwand in die tieferen Lagen des Blastoderma, die später den Dottersack liefern. *am* Ursprung des Amnion am hinteren Ende der Allantoisanlage. In der Tiefe der Spalte zwischen Amnion und dem Schwanzende *s* bildet sich später der After; *cl* Cloakenhöcker; *ch* Chorda; *mr* Medullarrohr; *uw* Urwirbel.

52), während zugleich die Allantois von ihrer Verbindung mit der Amnionfalte sich trennt.

Bevor dies geschehen ist, scheint die Allantois einen Theil der vorderen Beckenwand zu bilden und hängt auch in der That mit derselben zusammen, wie die Figg. 51 und 52 dies zeigen.

Betrachtet man die Allantois von der Fläche, so erscheint dieselbe in früheren Stadien so, wie die Fig. 52 dies zeigt, und hebe ich den bisherigen Angaben gegenüber hervor, dass dieselbe schon sehr früh eine

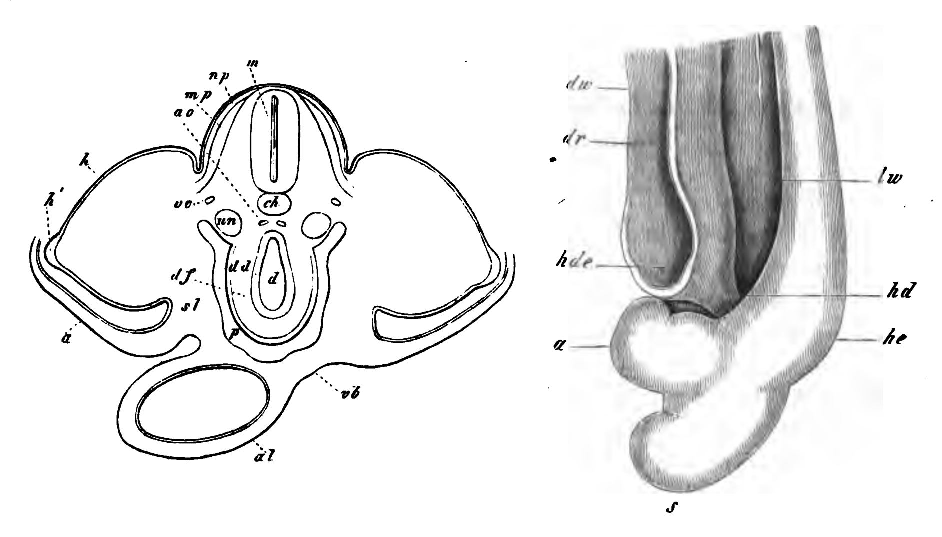


Fig. 51. Fig. 52.

Fig. 51. Querschnitt durch die Beckengegend und Allantois eines Hühnerembryo mit eben hervorsprossenden hinteren Extremitäten (vom 5. Tage), etwa 30mal vergr. *ch* Chorda; *m* Medullarrohr; *ao* hintere Aorten (Schwanztheil), die in die *Art. umbilicales* sich fortsetzen; *vc Venae cardinales; un* Urnieren; *mp* Muskelplatte, etwas in die Extremitätenanlage sich hineinerstreckend; *np* Hautplatte des Rückens; *h* Hornblatt; *h'* stark verdickte Stelle desselben an der Spitze des Extremitätenstummels; *a* Amnion (nicht ausgezeichnet) mit seinen beiden Lagen, dem Hornblatte und der Hautplatte; *d* Höhle des Hinterdarms; *dd* Darmdrüsenblatt oder Epithel; *df* Darmfaserplatte, an der aussen schon die Serosa deutlich ist, den Darm nicht ganz umgebend; *p* Peritonealhöhle; *sl* seitliche Leibeswand in *vb*, die vordere Bauchwand, übergehend; *al* Allantois mit der Bauchwand noch verbunden und von einer dünneren Fortsetzung des Darmdrüsenblattes ausgekleidet.

Fig. 52. Hinteres Ende eines Hühnerembryo vom Ende des 3. Tages mit abgelöstem Amnion und getrennter Verbindung des Darmes mit dem Blastoderma. Vergr. 20mal. *a* Allantois; *s* Schwanzende; *dr* Darmrinne; *dw* Darmwand; *hde* hinterer Darmeingang; *hd* Hinterdarm; *lw* seitliche Leibeswand; *he* Anlage der hintern Extremität.

schiefe Stellung mehr nach rechts darbietet, auch anfänglich mehr kegelförmig ist, wie dies schon v. BAER hervorhebt.

Ist die Allantois weiter entwickelt, so erscheint sie kugelförmig und zieht sich bald in einen deutlichen Stiel aus. Zugleich legt sie sich entschieden auf die rechte Seite des Embryo und wird bald zu einer grossen gefässreichen Blase, die ihre Lage zwischen Amnion, Dottersack und seröser Hülle hat und deren weitere Schicksale hier nicht geschildert werden können.

§ 11.

Krümmungen des Leibes, Mund, After, Kiemenbogen und -spalten, höhere Sinnesorgane, Extremitäten.

Gleichzeitig mit der Ausbildung von Amnion und Allantois entwickelt der Leib des Hühnerembryo eigenthümliche Krümmungen, die als Drehungen um die Queraxe und solche um die Längsaxe bezeichnet werden können. Die Drehungen um die Queraxe geschehen so, dass der Leib nach der Bauchseite sich zusammenkrümmt und schliesslich so stark sich biegt, dass Kopf und Schwanz sich nahezu berühren. Diese Krümmungen beginnen am Kopfe schon am 2. Tage (Fig. 35), werden jedoch erst am Anfange des 3. Tages stärker, und stellt sich jetzt die sogenannte vordere Kopfkrümmung ein (Fig. 53), indem der vordere Kopftheil unter rechtem Winkel sich umbiegt, so dass die Gegend des Mittelhirns den erhabensten Theil des Kopfes bildet. Zu dieser vorderen Kopfkrümmung mit dem sogenannten Scheitelhöcker gesellt sich in der zweiten Hälfte des 3. und am 4. Tage eine hintere Kopfkrümmung an der Grenze des verlängerten Markes und des Rückenmarkes mit dem Nackenhöcker (Fig. 54). In ähnlicher Weise tritt schon am 3. Tage hinten eine Schwanzkrümmung (Figg. 50, 52) auf, zu der dann auch noch eine Krümmung in der Rückengegend sich gesellt. Von den Drehungen um die Längsaxe erwähnen wir vom Hühnchen eine sehr auffallende Drehung am 3. Tage in der Art, dass, während der Rumpf mit seiner Bauchfläche gegen den Dotter schaut, der Kopf so sich dreht, dass er seine linke Seite bauchwärts kehrt (Fig. 53).

Drehungen um die Queraxe.
Vordere Kopfkrümmung.
Scheitelhöcker.
Hintere Kopfkrümmung.
Nackenhöcker.
Schwanzkrümmung.
Drehungen um die Längsaxe.

Beiderlei Drehungen, sowohl die um die Längsaxe als die um die Queraxe, sind am ausgeprägtesten am 4. und 5. Tage. Von da an streckt sich der Embryo immer mehr gerade und dreht sich auf, so dass vom 6. Tage an die Leibesaxe wieder fast gerade verläuft und die Bauchwand immer mehr an Länge gewinnt.

Während die beschriebenen Veränderungen in der Stellung des Leibes vor sich gehen, entwickelt sich nicht nur der Kopf immer mehr, sondern es bildet sich allmälig auch der Hals aus, wobei sehr bemerkenswerthe Phänomene sich ergeben. Es treten nämlich in der seitlichen Halswand am 3. Brüttage Spalten auf, welche von aussen in den Schlund durchdringen und Kiemenspalten oder Visceralspalten, auch Schlundspalten (*Fissurae branchiales*) heissen. Solcher Spalten treten erst nur drei auf, welche von vorn nach hinten gezählt werden (Fig. 54). Am Ende des 3. Tages gesellt sich zu denselben noch eine vierte Spalte. Nach REMAK entstehen diese Spalten dadurch, dass der Schlund nach aussen durchbricht, nicht die Haut nach innen, auch nicht in der Weise, dass beide Theile einander entgegenkommen, so dass demnach die Ränder der Spalten vom Entoderma des Schlundes oder Vorderdarmes ausgekleidet wären.

Kiemenspalten.

Mit der Bildung dieser Spalten am Halse nun geht das Auftreten der sogenannten »Kiemenbogen« oder »Visceralbogen« (*Arcus branchiales*) Hand in Hand. Es verdickt sich nämlich, von hinten nach vorn vorrückend, die zwischen den Spalten gelegene Masse der Schlundwand und bildet dicke Streifen, die man eben mit dem Namen der Kiemenbogen bezeichnet und deren beim

Kiemenbogen.

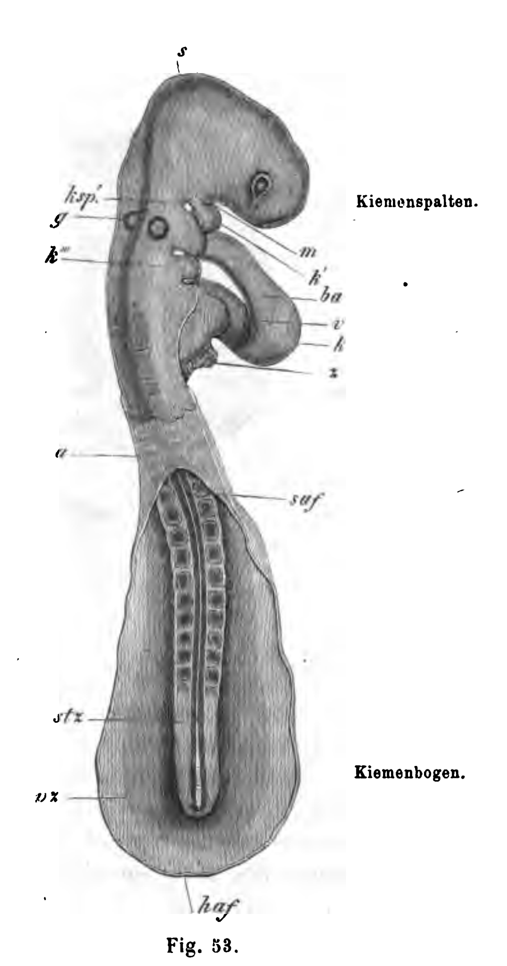


Fig. 53.

Fig 53. Hühnerembryo von 7,41 mm Länge von 2 Tagen und 8 Stunden von der Rückseite. Vergr. 14½mal. Das Amnion ist an dem ganzen vorderen Theile abgelöst und ausserdem das Herz blosgelegt. *a* Ein Rest des geschlossenen Theiles des Amnion; *saf* Seitenfalten des Amnion; *haf* hintere Amnionfalte, beide hier noch eine grosse Lücke begrenzend; *pz* Parietalzone des Embryo; *stz* Stammzone; *v* Vorhof; *k* Kammer; *ba Bulbus Aortae; z* Zotten am Venenende des Herzens (REMAK S. 64 Taf. IV, Figg. 36, 37 *z*); *m* Mundbucht; *ksp'* erste Kiemenspalte, hinter welcher noch zwei solche sichtbar sind; *k'* erster, *k'''* dritter Kiemenbogen; *g* Gehörgrube, über dem zweiten Kiemenbogen gelegen; *s* Scheitelhöcker.

Hühnerembryo vier sich finden. Der erste dieser Kiemenbogen (Fig. 54 *k'*) liegt zwischen der Mundöffnung und der ersten Spalte, der zweite zwischen der ersten und zweiten Spalte, der dritte zwischen der zweiten und dritten und der vierte zwischen der dritten und vierten Spalte. Von diesen Kiemenbogen nun sind beim Hühnchen der erste und zweite anfangs am vorderen Ende kolbig angeschwollen (Fig. 53), so jedoch, dass sie in der Mitte zusammenhängen, später jedoch verschmelzen dieselben so miteinander, dass keine Trennungslinie mehr wahrzunehmen ist. Etwas verschieden hiervon laufen der dritte und vierte Bogen einfach verdünnt und ohne Grenzmarke in die ursprüngliche untere Schlundwand aus. In den inneren Theilen dieser Kiemenbogen laufen die primitiven 4 vorderen Aortenbogen, während der 5. hinter der 4. Kiemenspalte seine Lage hat. Der erste Kiemenbogen zeigt ferner einen kleinen Ausläufer, welcher von hinten und oben den Mund umgiebt und der Oberkieferfortsatz des ersten Bogens heisst.

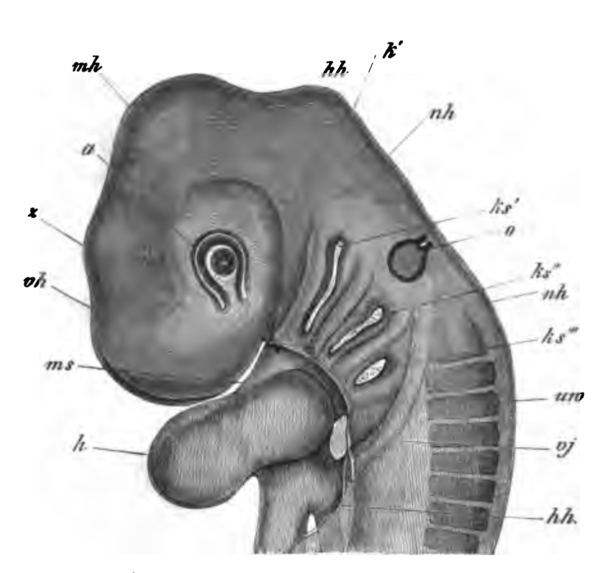


Fig. 54.

Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens.

Der Zusammenhang der so eben besprochenen Bildungen mit der weiteren Ausbildung des Halses findet sich in späteren §§ geschildert, doch kann schon jetzt folgendes erwähnt werden. Im Laufe der Ent-

Fig. 54. Vorderer Theil eines Hühnerembryo des 3. Tages. 25mal vergr. *vh* Vorderhirngegend; *z* Zwischenhirngegend; *mh* Mittelhirngegend, Scheitelhöcker; *hh* Hinterhirngegend; *nh* Nachhirngegend, Nackenhöcker; *a* Auge mit Augenspalte, hohler Linse mit noch offener Linsengrube; *o* Ohrbläschen, birnförmig, nach oben noch offen; *ks'*, *ks''*, *ks'''* 1., 2., 3. Kiemenspalte; *m* Gegend der Mundöffnung; *k'* erster Kiemenbogen (Unterkiefergegend); *uw* Urwirbel; *vj* *Vena jugularis;* *h* Herz; die das Herz bedeckende vordere Halswand (Herzkappe) ist bis *hh* entfernt, so dass die *Vena cardinalis* und *omphalo-mesenterica* sichtbar sind.

wicklung verschwinden bei den Säugethieren und Vögeln alle Kiemenspalten bis auf die erste, welche sich zum äusseren Gehörgange, der *Cavitas tympani* und der Ohrtrompete gestaltet. Ebenso vergehen auch die Kiemenbogen z. Th. als besonders unterscheidbare Bildungen, z. Th. werden dieselben knorpelig und verwandeln sich, indem sie theilweise verknöchern, in gewisse länger oder ganz sich erhaltende Theile, vor Allem in den Meckel'schen Knorpel am Unterkiefer, den Hammer und Ambos, das Zungenbein und den Griffelfortsatz bei den Säugethieren, bei den Vögeln in die *Cartilago Meckelii*, das *Articulare maxillae inferioris*, das *Quadratum* und das Zungenbein.

Während am Kopfe die erwähnten Krümmungen sich ausbilden, erleiden auch die Anlagen der 2 bereits vorhandenen höheren Sinnesorgane wichtige Veränderungen, die später im Zusammenhange werden geschildert werden, und tritt auch das Geruchsorgan auf.

Mundöffnung.

Hier ist nun auch der Ort, von der Mund- und Afteröffnung zu reden. Die Mundöffnung entsteht beim Hühnchen am 4. Tage. Als erste Spur der Mundhöhle zeigt sich schon am 2. Tage die Mundbucht in Form einer Einbuchtung an der unteren Seite des Kopfes unter und hinter der Vorderhirngegend (Fig. 31). Nach und nach gestaltet sich diese Vertiefung am 3. Tage zu einer von 5 Seiten begrenzten Grube, indem dieselbe hinten von den zwei Hälften des ersten Kiemenbogens, seitlich von den Oberkieferfortsätzen dieses Bogens und vorn von dem vordersten Ende des Schädels, dem später so genannten Stirnfortsatze begrenzt wird. Im Grunde dieser Bucht kommen das Ectoderma und das Entoderma des Schlundes, nachdem dieselben anfangs durch eine dünne Lage Mesoderma getrennt waren, nach und nach unmittelbar zur Berührung, wie schon die Figg. 31 und 40 dies zeigen, und bilden die Rachenhaut von Remak, welche Scheidewand dann am 4. Tage durch eine senkrechte Spalte einreisst, wodurch eine erste Verbindung des Vorderdarmes mit der Aussenfläche des Kopfes hergestellt wird. Die Reste der Rachenhaut, die anfangs wie primitive Gaumensegel darstellen, verkümmern jedoch bald, und schon am 5. Tage stehen Mund und Rachen in weiter Verbindung. Die primitive Mundhöhle entsteht somit durch eine Einbuchtung von aussen und stellt eigentlich nichts als den Raum dar, der vom ersten Kiemenbogen und dem vordersten Theile der Schädelbasis begrenzt wird. Später zerfällt dieselbe durch die Bildung des Gaumens, der von den Oberkieferfortsätzen des ersten Kiemenbogens aus entsteht, in einen unteren Abschnitt, die eigentliche Mundhöhle, und in einen oberen Theil, der nichts anderes ist als der respiratorische Abschnitt der Nasenhöhle.

Rachenhaut.

Primitive Gaumensegel.

Anusöffnung.

Die Entwicklung der Anusöffnung beim Hühnchen ist bis jetzt

nur durch Bornhaupt und Gasser genauer untersucht worden. Nach dem letzten Autor sollen in der Gegend dieser Oeffnung von vorne herein Entoderma und Ectoderma zusammenhängen und ein mittleres Keimblatt fehlen. Hiermit kann ich nicht übereinstimmen, indem Querschnitte von Embryonen des 2. Tages lehren, dass hinter dem Endwulste das mittlere Keimblatt überall vorhanden ist. Es ist demnach die Vereinigung der zwei oberflächlichen Keimblätter in der Gegend der späteren Anusöffnung, wie sie in der That später sich findet, eine secundäre Erscheinung. Die Bildung der Afteröffnung selbst steht beim Hühnchen mit der Entstehung der *Bursa Fabricii*, eines in die Cloake einmündenden Blindsackes, in Verbindung und kann hier nicht im Einzelnen besprochen werden. Ich bemerke daher, auf Gasser und Bornhaupt verweisend, nur so viel, dass der Durchbruch des Darmes erst nach dem 15. Tage sich macht und dass so viel feststeht, dass der äussere Theil der Cloake sammt der *Bursa Fabricii* von aussen her, also unter Betheiligung des Ectoderma sich entwickelt und vom 6.—7. bis zum 15. Tage als selbstständige, vom Darme getrennte Einstülpung besteht. Diese wichtigen Beobachtungen stellen die Bildung der Mundhöhle und des letzten Endes des Darmes in Parallele, in welcher Beziehung später noch einiges vorgebracht werden wird.

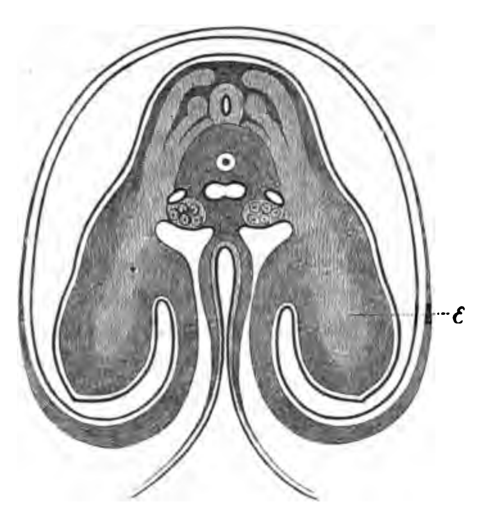


Fig. 55.

Extremitäten.

Ich gebe schliesslich noch einige Andeutungen über die erste Bildung der E x t r e m i t ä t e n. Die erste Andeutung derselben zeigt sich

Fig. 55. Querschnitt eines Hühnerembryo vom 4. Tage in der Gegend der vorderen Extremitäten, etwa 20mal vergr. Nach Remak. Zu beiden Seiten des Rückenmarks sieht man die Muskelplatte, die hintere Nervenwurzel mit dem Ganglion und die vordere Wurzel, alle drei in die Extremität sich fortsetzend und in der helleren Axe derselben *E* sich verlierend. Unter der Chorda zeigen sich die verschmolzenen Aorten, zu beiden Seiten die Cardinalvenen, unter diesen die Urnieren. Der Darm ist fast geschlossen, das Amnion ganz gebildet und mit beiden Lagen der nach innen von den Extremitätenanlagen befindlichen seitlichen Bauchwand, der Hautplatte und dem Hornblatte, verbunden.

in einer leistenförmigen Verdickung der Hautplatten an ihrem obersten Theile, da wo sie an den Rücken angrenzen (Fig. 52 *he*). Nach und nach wird diese Leiste dicker und mehr hervorragend, und nimmt dann später ihre Basis oder ihr Ausgangspunkt fast die ganze Breite der Hautplatte ein, wie die Fig. 55 dies von der oberen und die Fig. 51 von der unteren Extremität des Hühnchens zeigen. Stärker hervorwachsend erscheint die Extremität in Form eines kurzen Ruders oder einer Schaufel, an welchem dann seichte Furchen erst zwei und dann drei Abschnitte hervortreten lassen, die Anlagen von Oberarm, Vorderarm und Hand und den entsprechenden Theilen der unteren Extremität. Die weitere Ausbildung der Extremitäten des Hühnchens in der äusseren Form zu schildern, liegt nicht in meinem Plane und verweise ich in dieser Beziehung auf Erdl.

§ 12.

Innere Ausbildung des Hühnerembryo.

Innere Ausbildung des Hühnerembryo.

Wir haben den Hühnerembryo so weit verfolgt, dass im Allgemeinen zu erkennen ist, wie aus der platten Embryonalanlage mit ihren 3 Blättern ein Leib von dem Typus eines Wirbelthieres sich entwickelt, nun fehlt aber noch jede Darstellung der innern Veränderungen, durch welche die späteren Organe und Systeme sich bilden, die aus dem mittleren Keimblatte hervorgehen, unter denen das Knochensystem und das Muskelsystem die Hauptrolle spielen. Betrachten wir den in der Fig. 56 dargestellten Embryo und fragen wir uns, ob wir im Stande sind, zu errathen, wie aus dieser im Innern so einfachen Anlage die mannigfachen späteren Theile sich entfalten, so werden wir sicherlich davon abstehen müssen, eine Antwort zu geben. In der Gegend der Leibesaxe befindet sich über dem Rückenmark, an der Stelle der Haut, der Muskeln und Knochen und der Hüllen des Organes selbst, nichts als der mit dem Namen Hornblatt (der späteren Epidermis) bezeichnete Theil des Ectoderma, und an der Ventralseite grenzt statt einer Wirbelsäule die *Chorda dorsalis* unmittelbar an das Mark und an das Entoderma oder das spätere Darmepithel. Ebenso auffallend sind die Verhältnisse in den Seitentheilen der Embryonalanlage, wo einerseits ein jeder Urwirbel eine zusammenhängende, weder morphologisch noch histologisch differenzirte Zellenmasse bildet, die an das Entoderma und das Ectoderma anstösst, und anderseits an der Stelle der späteren seitlichen Leibes- und Darmwand nichts als die gleichartigen Zellen der Hautplatten mit dem Hornblatte und den Darmfaserplatten mit dem Darmdrüsenblatte sich finden und von Cutis, Mucosa, Muskellagen, Rippen, Bauchfell nichts zu sehen ist. Sehr

eigenthümlich ist endlich auch, dass die primitiven Aorten an das Darmepithel und die Urnierengänge an die Epidermis angrenzen.

Es ist wesentlich das Verdienst von Rathke, Reichert und vor Allem von Remak, genau ermittelt zu haben, wie diese primitiven Zustände in die späteren übergehen, und giebt das Folgende nach eigenen Erfahrungen, die einem guten Theile nach die Angaben von Remak bestätigen, eine Schilderung dieser Vorgänge.

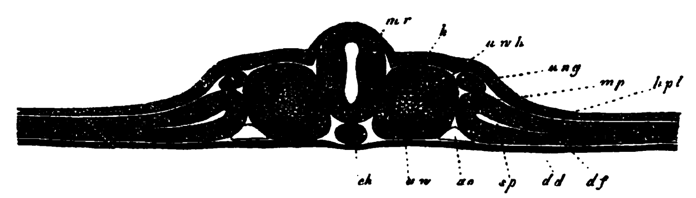


Fig. 56.

Urwirbel.

Die Urwirbel, anfangs ganz solide, aus Zellen zusammengesetzte Gebilde, entwickeln später eine Höhle im Innern, in Folge eines Vorganges, der mit demjenigen der Spaltbildung in den Seitenplatten verglichen werden kann, um so mehr als diese Höhle auch während einer kurzen Zeit mit der Spalte der Seitenplatten in Verbindung zu sein scheint. Nachdem die Urwirbelhöhle (Fig. 57) eine Zeit lang bestanden,

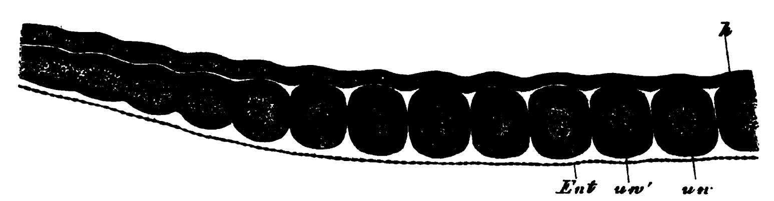


Fig. 57.

wuchert die untere Wand der Urwirbelblase, namentlich an der Umbiegungsstelle in die mediane Wand, in die Höhle hinein und füllt dieselbe mit einer immer breiter werdenden Wucherung nach und nach

Fig. 56. Querschnitt durch einen Hühnerembryo vom zweiten Tage, 90—100mal vergr. *dd* Darmdrüsenblatt; *ch* Chorda; *uw* Urwirbel; *uwh* Urwirbelhöhle; *ao* primitive Aorta; *ung* Urnierengang; *sp* Spalte in den Seitenplatten (erste Andeutung der Pleuroperitonealhöhle), die durch dieselbe in die Hautplatten *hpl* und Darmfaserplatten *df* zerfallen, die durch die Mittelplatten *mp* unter einander zusammenhängen; *mr* Medullarrohr (Rückenmark); *h* Hornblatt, stellenweise verdickt.

Fig. 57. Längsschnitt durch die hinteren Urwirbel eines Hühnerembryo von 1 Tag und 20 Stunden. Vergr. 70mal. *uw* Urwirbel; *uw'* Urwirbelhöhle; *h* Hornblatt, Ectoderma; *Ent* Entoderma.

so aus, dass von der ursprünglichen Höhle bald nur noch eine Spalte übrig bleibt, welche später ganz schmal wird und schliesslich verschwindet. Bevor dies geschieht, hat sich jedoch die obere Wand der Urwirbelblase als ein besonderes Gebilde, die Muskelplatte oder Rückentafel von Remak, von dem übrigen Urwirbel, den ich nun den eigentlichen Urwirbel nenne (Wirbelkernmasse bei Remak), abgelöst und bleibt fortan durch Stellung und gestreckte Form ihrer Elemente als ein besonderes Gebilde erkennbar.

Muskelplatte.

Eigentlicher Urwirbel.

In zweiter Linie umwachsen die eigentlichen Urwirbel die Chorda, die vorläufig noch ihre frühere Stärke beibehält, und das Rückenmark. Die Umschliessung des letzteren beginnt am 3. Tage durch eine dünne Lamelle, welche von den seitlich neben dem Rückenmark gelegenen Theilen der eigentlichen Urwirbel ausgeht und, zwischen Rückenmark, Muskelplatte und Hornblatt wuchernd, am 4. Tage mit derjenigen der anderen Seite verschmilzt (Figg. 58 u. 59). Diese Lamelle ist die obere Vereinigungshaut von Rathke (*Membrana reuniens superior*), welche auch a potiori mit dem Namen der häutigen Wirbelbogen bezeichnet werden kann. Die Umwachsung der Chorda geschieht von den tieferen Theilen der eigentlichen Urwirbel aus und zwar zuerst an der unteren Seite derselben (Fig. 58) und später erst durch ein dünnes Blatt, das zwischen ihr und dem Marke hineinwuchert (Fig. 59). So wird schliesslich die Chorda ganz von dem Blastem der eigentlichen Urwirbel umschlossen, welches hier als äussere Scheide der Chorda bezeichnet werden kann, und ist nun aus den eigentlichen Urwirbeln, welche auch in der Länge miteinander verschmelzen, eine vollkommene Wirbelsäule, freilich noch im häutigen Zustande, hervorgegangen, indem aus dem unteren Theile der Urwirbel die äussere Scheide der Chorda oder die Anlage der Wirbelkörper sich entwickelt hat, aus dem oberen Theile derselben dagegen die damit untrennbar verbundenen häutigen oberen Bogen. Nachdem diese häutige Wirbelsäulenanlage, welche ganz und gar an die häutigen Wirbelsäulen der Cyclostomen und der Embryonen der höheren Fische erinnert, eine Zeit lang bestanden hat, verknorpelt dieselbe von den Wirbelkörpern aus, so dass wie aus Gusse gebildete Knorpelwirbel mit Körper, Bogen und Fortsätzen entstehen und der Rest als *Ligamenta intervertebralia*, *Lig. flava* etc. und als Perichondrium erscheint.

Obere Vereinigungshaut.

Umwachsung der Chorda.

Aeussere Scheide der Chorda.

Nachdem die geschilderten Veränderungen in der Axe und am Rücken stattgefunden haben, beginnen wichtige Vorgänge, welche nach und nach zur endlichen Vollendung der Rücken- und Bauchwand führen und wesentlich darauf beruhen, dass Theile der Urwirbel, d. h. die Muskelplatte und der Wirbelbogen, denen Auswüchse aus dem Rücken-

marke in Gestalt der Spinalnerven sich beigesellen, theils nach oben um das Mark herum, theils nach unten in die Bauchwand, d. h. in die Hautplatten hineinwachsen, während zugleich diese letzten Platten auch selbst nach dem Rücken sich hinauf entwickeln. Betrachten wir zuerst

Bildung der späteren Bauchwand.

die Bildung der Bauchwand. Die ursprüngliche Bauchwand besteht, wie wir oben sahen, aus der äusseren Lamelle der Seitenplatten oder aus den Hautplatten *hp* und dem hier etwas dickeren Hornblatte. Anfänglich von den Urwirbeln getrennt, verwachsen später die Hautplatten mit denselben (Figg. 58, 59, 60), und nun beginnen die Muskelplatte, der Spinalnerv und die Seitentheile der häutigen Wirbelsäule, welche Theile zusammen REMAK als Producte der Urwirbel bezeich-

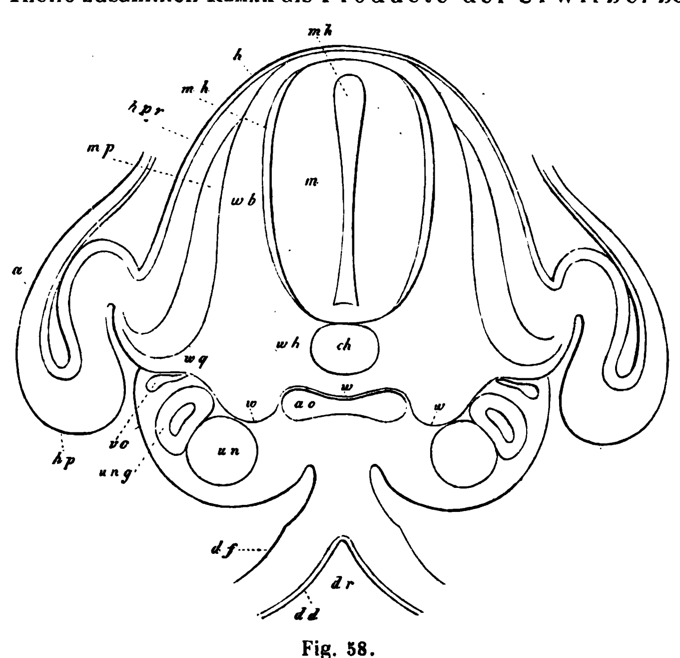


Fig. 58.

Fig. 58. Querschnitt durch den hintern Theil des Rumpfes eines Hühnerembryo von 4 Tagen. 90—100mal vergr. Die Buchstaben wie in Fig. 57. *ao* die schon verschmolzenen 2 primitiven Aorten; *vc Vena cardinalis;* *wh* häutige Anlage des Wirbelkörpers, aus einem Theile des Urwirbels entstanden, die Chorda nur unten umfassend; *www* wenig scharf markirte Grenze der Producte des Urwirbels gegen die Producte der Mittelplatten und die Aorta; *wb* häutige Wirbelbogen über dem Medullarrohre vereint (*Membr. reuniens superior* RATHKE); *wq* Fortsetzung der Wirbelanlage gegen die Bauchwand (Querfortsatz und Rippe); *mp* Muskelplatte; *hpr* Hautplatte des Rückens; *mh* Hülle des Markes, ein Product des Urwirbels; *a* Amnion, welches ganz geschlossen war, aber nicht ausgezeichnet ist. Die Markhöhle ist auch mit *mh* bezeichnet.

net, in die Hautplatten hineinzuwachsen, in der Art, dass sie dieselben in einen dickeren äusseren und einen dünneren inneren Theil sondern oder spalten. Ist dieser Vorgang bis zu einer gewissen Entwicklung gelangt, so besteht dann die Bauchwand aus folgenden Schichten: 1) dem Hornblatte oder der späteren Epidermis, 2) der äusseren dickeren Lage der Hautplatten oder der Anlage der Cutis, 3) der Muskelplatte oder der Anlage der visceralen Muskeln (*Intercostales* u. s. w.) sammt den Anlagen der

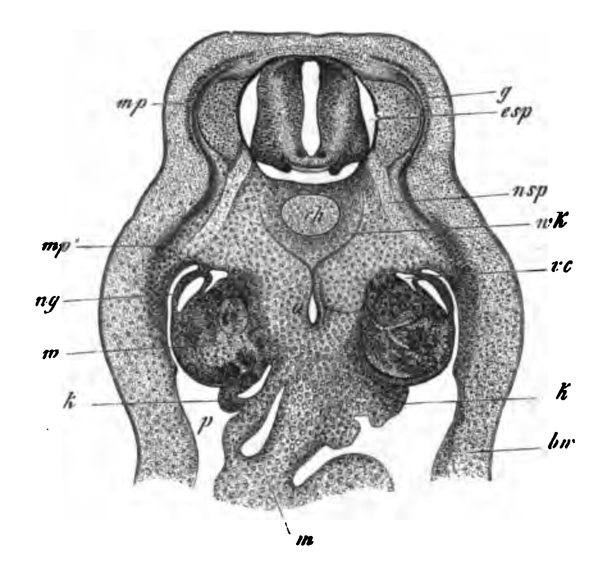


Fig. 59.

Nervi intercostales und der Rippen, welche letzteren im Knorpelzustande anfangs durch Bandmasse mit den Wirbeln verbunden sind, und 4) der inneren Lage der Hautplatten oder der Anlage der Serosa. Wo keine Rippen sich finden, fehlt das Hineinwachsen der Urwirbelproducte und Axengebilde in die Bauchwand doch nicht, beschränkt sich jedoch auf die Muskeln und Nerven sammt begleitendem Bindegewebe, und gehören daher die Bauchmuskeln in dieselbe Muskelgruppe wie die Zwischenrippenmuskeln.

Der erste, der die eben geschilderten Vorgänge beobachtet hat, Rathke, nennt die ursprüngliche Bauchwand die untere Vereinigungshaut (*Membrana reuniens inferior*) und die hineinwachsenden Theile die Bauchplatten, doch hat Rathke darin geirrt, dass er die Vereinigungshaut durch die Bauchplatten verdrängt werden lässt. Hierauf hat Reichert gesehen, dass die Bauchplatten, die er Visceral-

Membrana reuniens inferior. **Bauchplatten.**

Fig. 59. Querschnitt eines Hühnerembryo vom 4. Tage. Vergr. 32mal. *ch* Chorda; *a* Aorta; *g* Ganglion spinale; *mp* Muskelplatte; *mp'* Fortsetzung derselben in die Bauchwand; *nsp Nervus spinalis; ng* Urnierengang; *w* Wolff'scher Körper; *p* Bauchhöhle; *m* Mesenterium; *k* Anlage der Sexualdrüse mit Keimepithel; *esp* Spinalkanal; *wk* Wirbelkörperanlage; *vc Vena cardinalis; bw* primitive Bauchwand.

platten heisst, nur in die Bauchwand hineinwachsen, und endlich REMAK eine sehr gelungene Darstellung des ganzen Vorganges gegeben. Ihre letzte Ausbildung erreicht die Bauchwand dadurch, dass, nachdem die Rippen knorpelig angelegt und die einzelnen Muskeln differenzirt sind, was lange vor der Zeit geschieht, in der die Bauchplatten die vordere Mittellinie erreichen, nun diese Theile selbst durch fortgesetztes Wachsthum in der ursprünglichen Bauchwand, die mittlerweile bis auf den Nabel sich geschlossen hat, sich weiter schieben, bis sie endlich in der vorderen Mittellinie zur Berührung kommen, wie die Recti, oder selbst verwachsen, wie die beiden aus den Rippenenden hervorgegangenen Brustbeinhälften, wovon später noch weiter gehandelt werden soll.

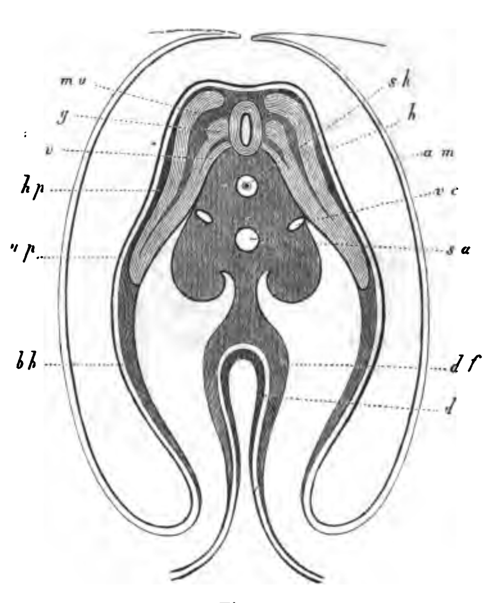


Fig. 60.

Letzte Ausbildung des Rückens.

Bei der letzten Ausbildung des Rückens ist nach REMAK der erste Schritt zur Vollendung der, dass die Hautplatten der Bauchwand mit ihrem aussen an den Bauchplatten gelegenen und dicht an die Urwirbel angrenzenden Theile nach dem Rücken heraufwuchern und nach und nach als Hautplatten des Rückens, zwischen den Muskelplatten und dem Hornblatte sich fortschiebend, die obere Mittellinie erreichen, wo sie dann, zwischen dem Hornblatte und dem oberen häutigen Bogen (der *Membrana reuniens superior* von RATHKE) gelegen, verschmelzen.

Fig. 60. Querschnitt durch den Rumpf eines 5tägigen Embryo in der Nabelgegend. Nach REMAK. *sh* Scheide der Chorda; *h* Hornblatt; *am* Amnion, fast geschlossen; *sa* secundäre Aorta; *vc* *Venae cardinales*; *mu* Muskelplatte; *g* Spinalganglion; *v* vordere Nervenwurzel; *hp* Hautplatte; *up* Fortsetzung der Urwirbel in die Bauchwand (Urwirbelplatte REMAK, Visceralplatte REICHERT); *bh* Primitive Bauchwand, aus der Hautplatte und dem Hornblatte bestehend; *df* Darmfaserplatte; *d* Darmdrüsenblatt, beide hier, wo der Darm im Verschlusse begriffen ist, verdickt. Die Masse um die Chorda ist der in Bildung begriffene Wirbelkörper, die vor den Gefässen enthält in den seitlichen Wülsten die Urnieren und setzt sich in der Mitte ins Gekröse fort.

Ist die Hautschicht des Rückens einmal angelegt (Fig. 58, 59), so wird der Rücken langsam dadurch vollendet, dass erstens die knorpeligen Wirbelbogen, die mittlerweile entstanden sind, mit ihren oberen Enden in den ursprünglichen häutigen Bogen einander entgegenwachsen und endlich, was jedoch erst später geschieht, sich vereinen und zweitens die Muskelplatten auch nach oben Ausläufer senden, aus denen dann, zusammen mit den übrigen im Bereiche der Wirbelanlagen gelegenen Theilen derselben, die vertebralen Muskeln sich gestalten.

§ 13.

Erste Entwicklung des Säugethiereies nach der Furchung. Bildung der Keimblase, des Fruchthofes und der ersten Anlage des Embryo.

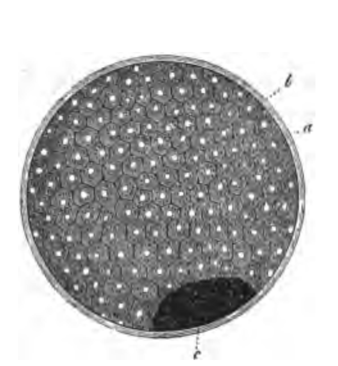
Ich wende mich nun zu einer Besprechung der ersten Entwicklung der Säugethiere, wobei ich vorwiegend an das am genauesten untersuchte Kaninchen mich halte.

Wie schon oben angegeben, macht das Kaninchenei im Eileiter einen totalen Furchungsprozess durch, in Folge dessen der Dotter schliesslich in einen kugeligen Haufen zahlreicher kleiner Furchungskugeln von 20 bis 45 μ Grösse übergeht. In dieser Gestalt tritt das Ei, umgeben von der unveränderten äusseren Eihülle, der Zona pellucida, und beim Kaninchen auch umhüllt von einer mächtigen Eiweissschicht, in den Uterus. Hier vergrössern sich nun sofort alle oberflächlichen Furchungskugeln, erhalten scharfe Begrenzungen und polygonale Gestalt, und bilden so ein schönes Zellengewebe, ähnlich einem einfachen Pflasterepithel, so dass dann innerhalb der Zona und derselben dicht anliegend eine Blase entsteht, welche aus einer einzigen Schicht mosaikartig angeordneter Zellen besteht (Fig. 61).

Im Innern dieser sogenannten Keimblase (*Vesicula blastodermica*) **Keimblase.** befindet sich Flüssigkeit und die centrale Masse der Furchungskugeln. Anfangs ist die erstere spärlich und die Keimblase den inneren Kugeln noch dicht anliegend. Bald aber hebt sich die Blase an Einer Seite mehr ab, ihre Elemente wachsen und vermehren sich auch, während immer mehr Flüssigkeit zwischen der Blase und dem Reste der Furchungskugeln sich bildet, und so wird dieser Rest schliesslich an Eine Seite der Blase gedrängt (Fig. 61 *c*), wo er zuerst eine halbkugelig vorspringende Masse bildet, deren Elemente als noch unveränderte Furchungskugeln anzusehen sind.

Während nun die Keimblase wächst, wandelt sich der Rest der

Furchungskugeln, indem dessen Elemente sich verkleinern, immer mehr in eine scheibenförmige Platte um (Fig. 62 *ent*), welche endlich an Keimblasen von 0,6 mm als eine dünne (von 4 μ) einschichtige Lage von 0,3 mm Durchmesser erscheint und das in der Anlage begriffene innere Keimblatt (Entoderma) darstellt, während die zuerst gebildete Blase oder das was bisher Keimblase hiess, das primitive äussere Keimblatt (Ectoderma) ist. Diese beiden Bildungen, das blasenförmige Ectoderma und das scheibenförmige Entoderma, entsprechen den beiden primitiven Keimblättern des Huhnes und führen noch eine Zeitlang zusammen den Namen Keimblase.



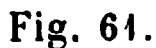


Fig. 61.

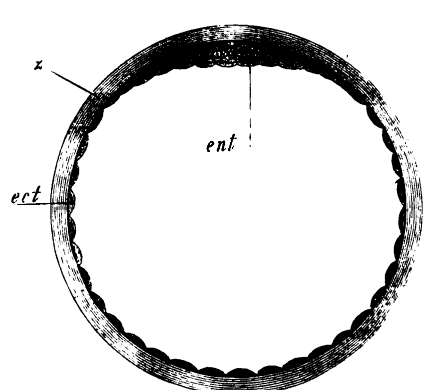


Fig. 62.

In weiterer Entwicklung wächst nun die Keimblase als Ganzes und ebenso ihre Entodermaschicht immer mehr und dann erscheint, wenn die Blase einen Durchmesser von 1,6—2,0 mm erlangt hat, ein weisser, runder undurchsichtiger Fleck, der Embryonalfleck (*Area embryonalis*, *tache embryonaire*), früher fälschlich der Fruchthof genannt, der nichts anderes ist als die erste Anlage des Embryo.

Embryonalfleck.

Die Figg. 63 und 64 zeigen ein älteres solches Ei des Kaninchens von 3,47 mm Länge und 2,85 mm Breite vom 7. Tage, das noch frei im Uterus lag, in zwei Ansichten. Die von der Keimblase etwas abstehende

Fig. 61. Kaninchenei aus dem Uterus, von circa 0,011 Par. Zoll Grösse, das innerhalb der *Zona pellucida a* die einschichtige Keimblase *b* und im Innern derselben einen Rest nicht verbrauchter Furchungskugeln *c* zeigt. Die in diesem Stadium noch ziemlich mächtige Eiweissschicht ist nicht dargestellt. Nach Bischoff Tafel IV, Fig. 35.

Fig. 62. Keimblase eines Kaninchens aus dem Uterus von 0,494 mm, 100mal vergr. *z Zona pellucida* und Eiweissschicht; *ect* Primitive Lage der Keimblase oder Ectoderma derselben; *ent* innere Furchungskugeln in der Umbildung in das Entoderma begriffen.

Eihaut *mo* besteht aus zwei Lagen. Die innere ist die *Zona pellucida*, zeigt scharfe Conturen und besitzt überall dieselbe Dicke von 11,0 bis 11,5 μ, während eine nach aussen von ihr befindliche Lage, die als Rest der Eiweissschicht des Eileitereies sich darstellt, durch ihre wechselnde Dicke von 7—15 μ sich auszeichnet und überdies stellenweise flache, warzenförmige Verdickungen zeigt, deren Dicke jedoch nicht mehr als das doppelte der Eiweissschicht beträgt. Die Keimblase selbst ist wie das ganze Ei länglich rund und zeigt einmal einen runden weisslichen Fleck, den Embryonalfleck *ag*, von 0,57 mm Durchmesser genau

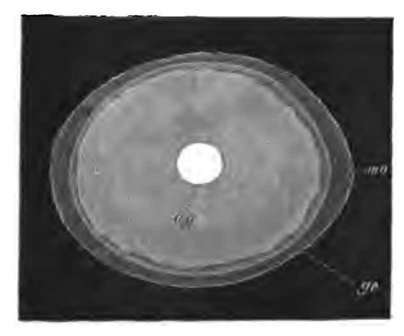


Fig. 63.

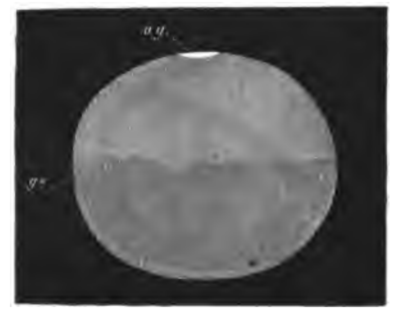


Fig. 64.

in der Mitte der Keimblase, da, wo der längere und der kürzere Durchmesser derselben sich schneiden, und zweitens in einer ziemlichen Entfernung von demselben eine leicht wellenförmige oder schwach gezackte unregelmässige Linie *ge*, welche die Stelle bezeichnet, bis zu welcher, vom Embryonalflecke an gerechnet, das Entoderma gewuchert ist und die Keimblase doppelblätterig erscheint.

Der Embryonalfleck (Figg. 65, 66) besteht, ebenso wie die Keimblase in seiner Umgebung, aus zwei Schichten, einem äusseren und einem inneren Keimblatte, von welchen das eine, und zwar das innere, am Embryonalflecke genau ebenso beschaffen und ebenso dünn (von 7,6—11,0 μ) ist, wie im doppelblätterigen Theile der Keimblase (Fig. 67), wogegen das Ectoderma im Embryonalflecke 22 μ in der Dicke misst,

Fig. 63. Ein Ei des Kaninchens aus dem Uterus von 7 Tagen und 3,47 mm Länge von oben gesehen. *mo* *Zona pellucida* mit dem Rest der Eiweissschicht, eine äussere Eihaut darstellend und von der Keimblase künstlich abgehoben; *ag* Embryonalfleck (Fruchthof); *ge* Grenze des Entoderma oder die Linie, bis zu welcher die Keimblase doppelblätterig ist. Vergr. fast 10mal.

Fig. 64. Dasselbe Ei in der Seitenansicht dargestellt, mit Weglassung der äusseren Eihaut. Buchstaben wie vorhin. Vergr. fast 10mal.

während dasselbe im übrigen Theile der Keimblase nicht mehr als 7 bis 8 μ beträgt.

Es beruht somit die grössere Dicke der Keimblase am Embryonalflecke einzig und allein auf der grösseren Dicke des Ectoderma, welches jedoch auch hier einschichtig ist und aus walzenförmigen kernhaltigen Elementen von 11—15 μ Breite besteht, wogegen die Zellen des Entoderma hier 19—26 μ in der Breite messen und so abgeplattet sind, dass die Stellen, wo die 11—12 μ grossen Zellenkerne sitzen, oft als Verdickungen erscheinen. Beiderlei Zellen sind von der Fläche zierlich polygonal, wie Pflasterepithelien.

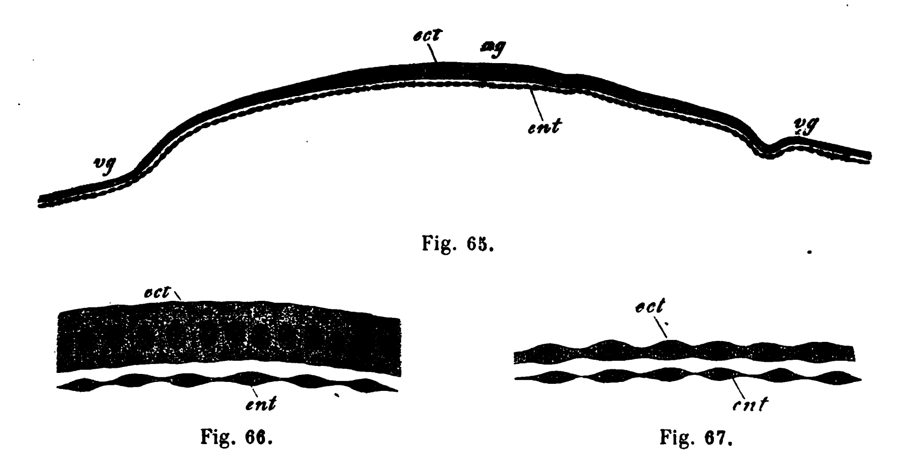


Fig. 65.

Fig. 66. Fig. 67.

Die Zellen des Ectoderma des Embryonalfleckes gehen in die Elemente der äusseren ursprünglichen Schicht der Keimblase über (Fig. 65), und stellen somit beiderlei Elemente eine vollkommen geschlossene einschichtige Blase dar. Dagegen setzt sich das Entoderma des Embryonalfleckes nur bis zur Linie *ge* auf die Keimblase fort, und ist somit die innere Lamelle der Keimblase in diesem Stadium noch von Kelchform.

In weiterer Entwicklung dehnt sich das innere Blatt der Keimblase immer weiter gegen den dem Embryonalflecke gegenüberliegenden Pol aus und wird die *Area embryonalis* selbst birnförmig (Figg. 68, 69),

Fig. 65. Durchschnitt durch den noch runden Embryonalfleck (Fruchthof) eines Kanincheneies von 7 Tagen. Vergr. 80mal. *ag* Embryonalfleck; *vg* Keimblase; *ent* Entoderma; *ect* Ectoderma.

Fig. 66. Ein Theil des Embryonalfleckes (Fruchthofes) der Fig. 65, 360mal vergr. Buchstaben wie dort.

Fig. 67. Ein Theil des doppelblättrigen Abschnittes der Keimblase der Fig. 65, 360mal vergr. Buchstaben wie dort.

worauf dann an noch grösseren Keimblasen die ersten Spuren der Organe des Embryo auftreten.

Es bildet sich nämlich am hintersten Ende des birnförmigen Embryonalfleckes eine rundliche Verdickung, welche allmälig nach vorn in einen kegelförmigen Anhang sich verlängert (Fig. 70), welche Verdickung, wie der weitere Verlauf lehrt, nichts anderes ist als die erste

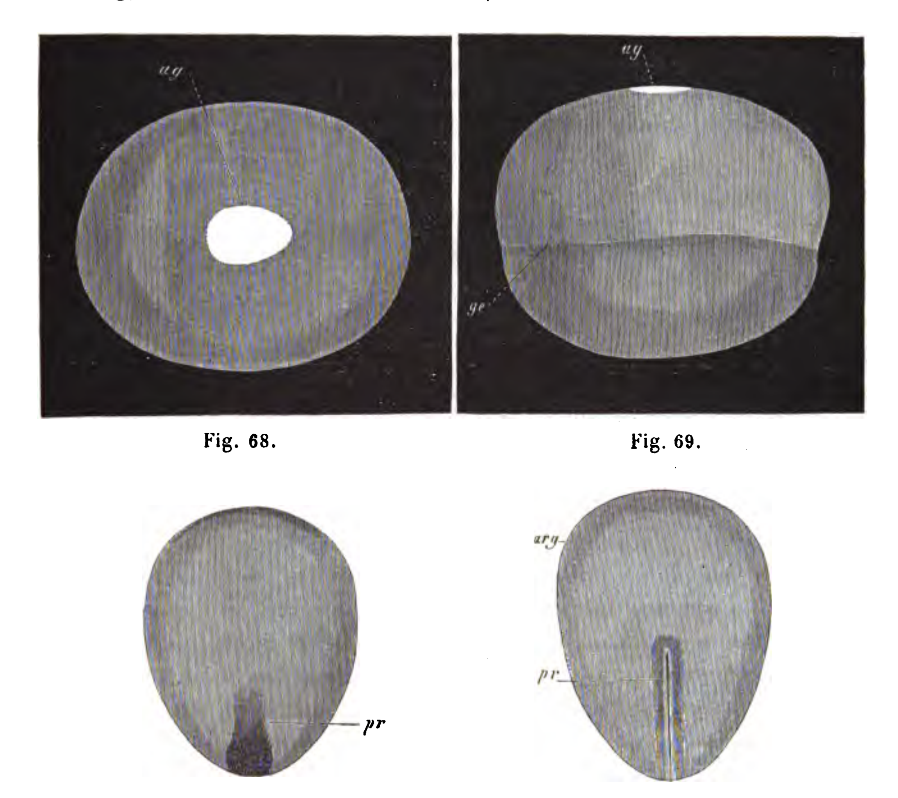


Fig. 68. Fig. 69.

Fig. 70. Fig. 71.

Fig. 68 und 69. Keimblasen des Kaninchens von 7 Tagen ohne äussere Eihaut von der Seite und von der Fläche. Länge 4,4 mm. *ag* Embryonalfleck (*Area embryonalis*) von 1,3 mm Länge und 0,8 mm Breite; *ge* Stelle, bis zu welcher die Keimblase doppelblättrig ist. Vergr. 10mal.

Fig. 70. *Area embryonalis* (Embryonalfleck) eines Kanincheneies von 5 mm von 7 Tagen. Länge des Embryonalfleckes 1,61 mm. Vergr. fast 30 mal. *pr* Anlage des Primitivstreifens von 0,45 mm Länge, 0,25 mm grösster Breite, 38—57 μ Dicke.

Fig. 71. Embryonalfleck eines Kanincheneies von 8 Tagen. Grösse des Embryonalfleckes 1,73 mm. *arg Area embryonalis*; *pr* Primitivstreifen mit Rinne von 0,85 mm Länge, 0,22 mm Breite. Vergr. etwa 22mal.

Andeutung des Primitivstreifens, den die Fig. 71 mit der Primitivrinne von einem etwas älteren Eie und zwar in der hinteren Hälfte der Embryonalanlage zeigt.

Die wirkliche Natur des auftretenden Primitivstreifens kann auch beim Kaninchen nur an Schnitten erkannt werden, und ergeben solche (Fig. 72), dass auch beim Säugethiere, wie beim Hühnchen, der Primitivstreifen als eine Verdickung oder Wucherung des Ectoderma auftritt, welche Verdickung, wie das Weitere ergiebt, nichts anderes ist als die erste Spur des mittleren Keimblattes.

Wir verfolgen nun den Primitivstreifen in seiner Entwicklung weiter.

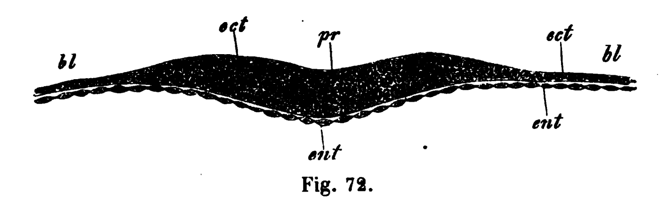


Fig. 72.

Zwischen dem 7. und 8. Tage setzen sich die Eier des Kaninchens im Uterus fest, und erst von dieser Zeit an erscheint der Primitivstreifen in einer Form, die derjenigen des Hühnchens entspricht (Figg. 73, 74). Solche Eier zeigen scheinbar noch denselben birnförmigen Embryonalfleck wie früher, sieht man jedoch genauer zu, so findet man, dass diese Area noch von einem grösseren Hofe umsäumt ist, der nichts anderes darstellt, als das, was wir beim Hühnchen *Area vasculosa* nannten, während der bisher so genannte Embryonalfleck, der Fruchthof der früheren Autoren, nun ganz und gar als Embryonalanlage erscheint. Wie beim Hühnchen hängt die Bildung des Gefässhofes auch beim Kaninchen mit der Entwicklung des Mesoderma zusammen, welches vom Primitivstreifen aus zwischen Ectoderma und Entoderma wuchernd allmälig über den ganzen Embryonalfleck sich ausdehnt und dann von hier aus auch auf die Keimblase übergeht. Der Anfang dieser Gestaltung fällt in die Zeit des ersten Auftretens des Primitivstreifens, die weitere Entwicklung findet jedoch erst statt, nachdem die Eier (die Keimblasen) an die Uteruswand sich festgesetzt haben, und ist nicht leicht zu verfolgen, da, wenigstens an Flächenbildern, der Rand des Mesoderma im Bereiche der Keimblase oder mit anderen Worten die Grenze der *Area vasculosa* anfangs sehr undeutlich ist. Bei der Embryonalanlage der Fig. 73 war die

Area vasculosa s. opaca.

Fig. 72. Querschnitt durch den dickeren Theil der ersten Anlage des Primitivstreifens eines Kanincheneies von 7 Tagen. 105mal vergr. *pr* Primitivstreifen; *bl* Keimblase; *ect* Ectoderma; *ent* Entoderma.

Area vasculosa ganz unsymmetrisch entwickelt, ganz anders als BISCHOFF sie zeichnet, und dasselbe habe ich bei allen jungen Kaninchenembryonen gefunden, wie dies auch HENSEN vor mir nachgewiesen hat.

Genauer bezeichnet ergiebt sich, dass verschieden vom Hühnchen der Gefässhof am vorderen Ende der Embryonalanlage schmal, seitlich von derselben breiter und hinten am allerbreitesten ist, so dass die Embryonalanlage ganz excentrisch in der *Area vasculosa* ihre Lage hat (Fig. 73).

§ 14.

Weitere Umbildungen der Embryonalanlage des Kaninchens.

Rückenfurche. Nachdem der Primitivstreifen einige Zeit bestanden hat, entsteht vor demselben die Rückenfurche als ein anfänglich ganz kurzes Gebilde (Fig. 73), das jedoch bald, zugleich mit der Embryonalanlage, eine grössere

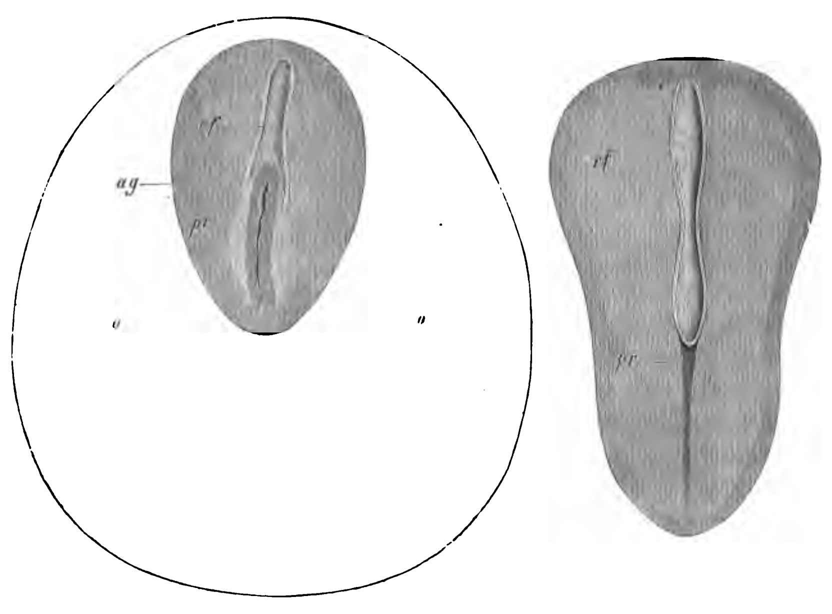


Fig. 73. Fig. 74.

Fig. 73. *Area vasculosa* und Embryonalfleck (Embryonalanlage) eines Kanincheneies von 7 Tagen, 28mal vergr. *o* Gefässhof (*Area opaca*) vorn 0,20 mm, seitlich 0,57 mm, hinten 1,71 mm breit; *ag* Embryonalfleck oder Embryonalanlage; *pr* Primitivstreifen; *rf* Rückenfurche.

Fig. 74. Embryonalfleck oder Embryonalanlage eines Kanincheneies von 8 Tagen und 4 Stunden. 20mal vergr. *rf* Rückenfurche; *pr* Primitivstreifen.

Länge gewinnt, während der Primitivstreifen allmälig relativ und absolut abnimmt und undeutlich wird. So entstehen Zustände wie sie die Figg. 74 und 75 darstellen. Bei dem letzteren Eie ergab sich auch zum ersten Male mit voller Bestimmtheit, dass die ganze, nun leierförmige Embryonalanlage zum Embryo wird, denn hier konnte man bereits mit Ausnahme der hintersten Theile die breite Stammzone *stz* mit zwei Urwirbeln von der Parietalzone *pz* unterscheiden, die den Randtheil der bisher so genannten Embryonalanlage oder des früheren Embryonalfleckes bildete. Im Flächenbilde sah man die Rückenfurche (*rf*) deutlich, welche in der Urwirbelgegend und hinter derselben am breitesten war, vorn dagegen um das doppelte sich verschmälerte, und ausserdem fand sich in der Parietalzone zu beiden Seiten der Kopfgegend eine dunklere Stelle am Rande, *h*, welche nichts anderes als die erste schwache Andeutung der beiden Herzanlagen ist, wie später gezeigt werden soll.

Stammzone. Parietalzone. Urwirbel. Herzanlagen.

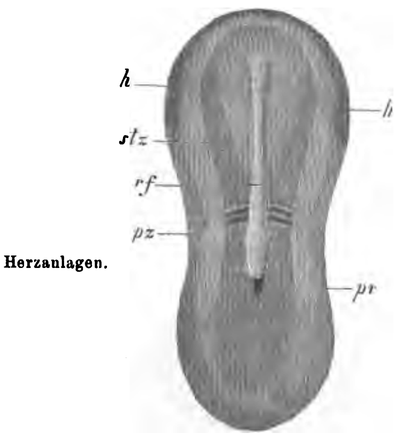


Fig. 75.

Die nun folgenden Stadien sind, wenn man bereits mit der Entwicklung des Hühnchens vertraut ist, leicht verständlich. Bei dem Embryo der Fig. 76 besass die Stammzone (*stz*) dieselben Umrisse wie die Embryonalanlage und war ringsherum scharf gezeichnet, vor allem vorn, vor den Urwirbeln, woselbst ihre Begrenzung mit dem Rande der Medullarplatte *mp* zusammenfiel und eigentlich von den noch wenig vortretenden Rückenwülsten dargestellt wurde. Dieser Kopftheil der Stammzone zerfiel in einen vorderen breiteren Abschnitt, die Anlage des Vorderhirns, und in einen schmäleren hinteren Theil, die Anlage von Mittelhirn und Hinterhirn.

Mitten über den ganzen Kopftheil zog sich eine Furche, die Rückenfurche, deren tiefster Theil allein im Flächenbilde sichtbar war, wogegen Querschnitte lehrten, dass die Rückenfurche und ebenso die Medullarplatte die ganze Länge und Breite der Stammzone am Kopfe einnahmen. Im Vergleiche mit dem Hühnchen fällt besonders die scharfe vordere Begrenzung der Medullarplatte auf, und lässt sich überhaupt

Fig. 75. Embryonalanlage eines anderen Eies desselben Kaninchens, von dem die Fig. 74 stammt. Vergr. 20mal. *rf* Rückenfurche; *pr* Rest des Primitivstreifens; *stz* Stammzone mit 2 Urwirbeln; *pz* Parietalzone; *h* erste Andeutung der Herzanlagen.

sagen, dass bei Säugethieren schon in diesem früheren Stadium die Anlage des Gehirns viel bestimmter gezeichnet auftritt. Von der Parietalzone ist nur das zu erwähnen, dass dieselbe vorn am Kopftheile nahe am Rande jederseits ein röhrenförmiges Gebilde zeigt (*hz*), welches die nun deutliche erste Anlage je einer Herzhälfte ist.

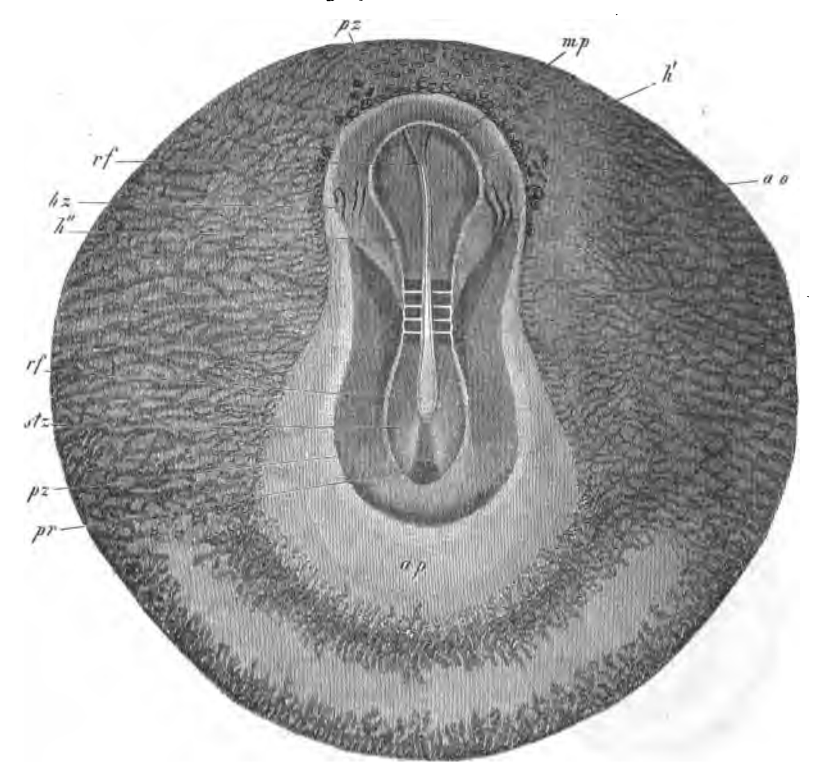


Fig. 76.

Area pellucida.

Der Gefässhof (*ao*) zeigte bereits undeutliche Gefässanlagen, in Gestalt solider und hohler Zellenstränge, und als Novum einen hellen Fruchthof *Area pellucida*, in Form eines am Kopfe schmalen, nach hinten sich verbreiternden hellen Saumes, der dadurch in die Erscheinung tritt, dass nun das Blastoderma in der nächsten Nähe der Embryonalanlage dünner ist, als weiter nach aussen. Während jedoch beim Hühn-

Fig. 76. *Area opaca* (*vasculosa*) und Embryonalanlage eines Kaninchens von 8 Tagen und 9 Stunden mit 5 Urwirbeln. Länge des Embryo 3,13 mm. Vergr. nahezu 18mal. *ao Area vasculosa s. opaca*; *ap Area pellucida*; *mp* Medullarplatte am Kopfe; *h'* Gegend des späteren Vorderhirns; *h''* Gegend des späteren Mittelhirns; *rf* Rückenfurche; *hz* Herzanlage; *stz* Stammzone; *pz* Parietalzone; *pr* Primitivstreifen.

chen in der *Area opaca* das Entoderma sich verdickt, ist es beim Kaninchen gerade umgekehrt das Ectoderma, das in einer gewissen Entfernung vom Embryo mächtiger wird.

Doppelte Herzanlagen.

Einen weiter vorgerückten Embryo mit 8 deutlichen Urwirbeln zeigen die Figuren 77 und 78, an dem vor allem die Herzanlagen erwähnenswerth sind. Die beiden Herzhälften bilden seitlich am Kopfe

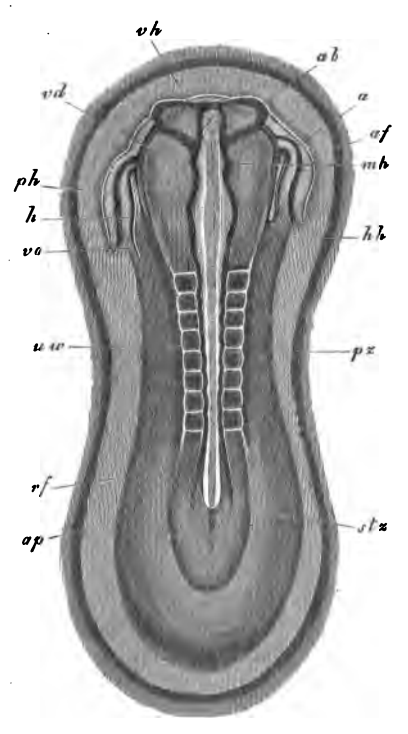


Fig. 77.

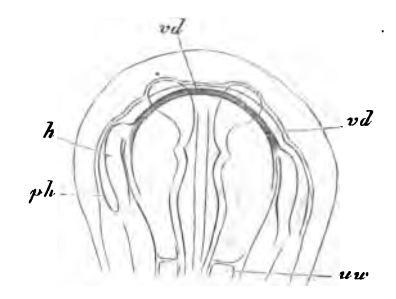


Fig. 78.

wie zwei henkelartige, ganz fremdartige Ansätze, deren laterale Begrenzungen um 1,31 mm von einander abstehen. An jeder Anlage unterscheidet man jetzt deutlich den eigentlichen Herzschlauch (*h*) und eine Spaltlücke oder Höhle, die das Herz umschliesst (*ph*), die Halshöhle oder Parietalhöhle (His). Am Herzschlauche erkennt man hinten die aus dem hellen Fruchthofe kommende *Venaomphalo-mesenterica* (*vo*), dann einen spindelförmigen mittleren Theil (*h*), die Kammer, endlich einen vorderen medianwärts gebogenen Abschnitt *a*, das Aortenende mit dem Anfange der Aorta.

Fig. 77. Heller Fruchthof und Embryonalanlage eines Kaninchenembryo von 8 Tagen und 14 Stunden und 3,65 mm Länge nach Erhärtung in Osmiumsäure. Vergr. 21mal. *ap Area pellucida; af* vordere Aussenfalte; *stz* Stammzone; *pz* Parietalzone; *rf* Rückenfurche; *uw* Urwirbel; *hh* Hinterhirn; *mh* Mittelhirn; *vh* Vorderhirn; *ab* Anlage der Augenblasen; *h* Herzkammer; *vo Vena omphalo-mesenterica; a* Aortenende des Herzens; *ph* Parietalhöhle oder Halshöhle; *vd* durchschimmernder Rand der vorderen Darmpforte.

Fig. 78. Kopf desselben Embryo von der Bauchseite in Umrissen. Buchstaben und Vergrösserung wie vorhin.

Die Begrenzung der Parietalhöhle, die das Herz umschliesst, ist besonders lateralwärts sehr deutlich, aber auch an der anderen Seite nicht zu verkennen. Nach hinten geht die seitliche Begrenzung dieser Höhle in eine Falte *af* über, welche den Kopf bogenförmig umgiebt und als erste Andeutung der Kopfscheide des Amnion und der Kopfkappe betrachtet werden kann.

In zweiter Linie verdient bei diesem Embryo die Medullarplatte und die Rückenfurche alle Beachtung. Die Furche ist noch in ihrer ganzen Länge offen, nichtsdestoweniger zeigt dieselbe vorn am Kopfe ganz deutlich drei Abtheilungen. Von diesen ist die hinterste *hh*, dem späteren Hinterhirne entsprechende, die längste, kürzer die Anlagen des Mittelhirns *mh* und Vorderhirns *vh*, von welchen das letztere schon jetzt die Augenblasen *ab* als zwei seitliche, nach oben offene Ausbuchtungen erkennen lässt. Der vorderste Theil der Gehirnanlage ist übrigens etwas nach der Bauchseite gekrümmt, und zeigt der Kopf jetzt auch einen deutlichen vorderen Umschlagsrand der Parietalzone mit der Anlage des Vorderdarmes (*vd*).

Von besonderem Interesse erscheint beim Säugethierembryo die Bildung des Herzens, da dieselbe in so manchem von derjenigen der Vögel abweicht, und gebe ich daher in den Figg. 79 und 80 noch zwei weitere Abbildungen, die die allmälige Verschmelzung der Herzhälften illustriren.

Die Fig. 79 stellt einen Embryo von 8 Tagen und 18 Stunden dar, der in Osmium erhärtet etwa 3 mm mass. Derselbe zeigt die beiden Herzhälften einander so genähert, dass sie nicht mehr weit von der Mittellinie der vorderen Brustwand ihre Lage haben, welche nun auch eine viel grössere Länge besitzt, so dass die vordere Darmpforte nicht mehr weit von der Gegend des ersten Urwirbels absteht. Ausserdem verdient Erwähnung, dass jede Herzhälfte stark gekrümmt und mit einer concaven Seite der anderen zugewendet ist, ferner dass dieselben — und dies ist wohl noch wichtiger — schon die drei Abschnitte des späteren verschmolzenen Herzens erkennen lassen, den *Bulbus aortae*, die Kammer und das Venenende. — Ausser dem Herzen sind auch die dasselbe umschliessenden Parietalhöhlen sehr deutlich, welche, wie Querschnitte lehren, um diese Zeit noch ganz getrennt sind.

Auffallend ist an diesem Embryo sonst noch der bedeutende ventrale Umschlag am hinteren Leibesende, der nun eine ganz deutliche hintere Darmpforte begrenzt. In der Ansicht vom Rücken her erkannte man auch, dass die Kopfscheide und Schwanzscheide des Amnion schon ziemlich gut entwickelt waren, und ferner das Medullarrohr bis in die Gegend der letzten Urwirbel geschlossen erschien.

Die Fig. 80 endlich zeigt einen 9 Tage und 2 Stunden alten Embryo,

bei dem nun die beiden Herzhälften vereinigt sind, und als letzte Spur der früheren Trennung ein Septum (*sc*) im Innern aller drei Herzabschnitte erscheint. Ein Herz aus diesem Stadium ist sehr verschieden von dem primitiven Herzen eines Hühnerembryo, was einfach darin begründet ist, dass, wie bemerkt, bei Säugethieren schon vor der Verschmelzung der beiden Herzhälften die drei Herzabschnitte angelegt sind. Doch nimmt das Herz bald, indem es sich in die Länge zieht, eine

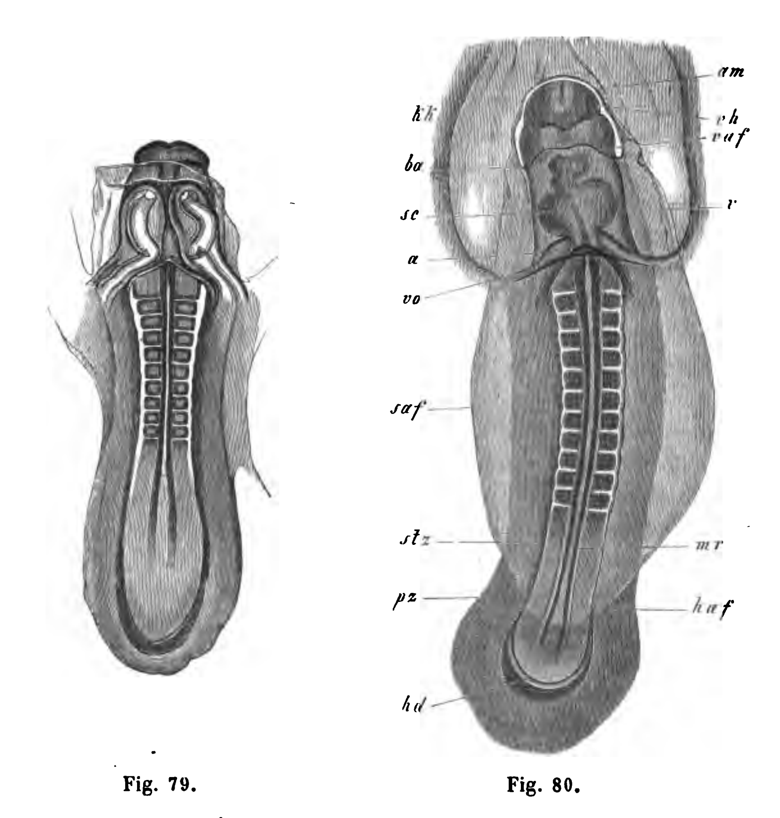


Fig. 79. Fig. 80.

Fig. 79. Embryo des Kaninchens von 8 Tagen und 18 Stunden. Vergr. 24 mal. In der vordern Leibeswand am Kopfe die beiden Herzanlagen, an deren Endothelschläuchen das Venenende, der Kammertheil und das Arterienende deutlich zu unterscheiden sind. Wirbel sind 10 da und am hinteren Ende ein Umschlagsrand mit der hinteren Darmpforte sichtbar.

Fig. 80. Kaninchenembryo von 9 Tagen und 2 Stunden von der Bauchseite. 19 mal vergr. *kk* Kopfkappe; ***am*** Amnion; *vaf* vordere, ***saf*** seitliche, ***haf*** hintere Amnionscheide; *vh* Vorderhirn; *v* Herzkammer; ***ba*** ***Bulbus aortae;*** *a* Vorhof; ***vo*** ***Vena omphalo-mesenterica;*** *sc* ***Septum*** *cordis;* ***mr*** Medullarrohr; ***stz*** Stammzone; ***pz*** Parietalzone; ***hd*** hintere Darmpforte.

S-förmige Gestalt an, wie sie beim Hühnchen vorkommt und wie sie auch vom Säugethierembryo schon längst durch Bischoff bekannt geworden ist.

Die übrigen Verhältnisse dieses Embryo sind folgende. Derselbe war schon erheblich der Länge nach gekrümmt und zeigte ausserdem auch die vordere Kopfkrümmung ganz gut ausgeprägt, so dass von der Bauchseite her das Vorderhirn *vh* in seinen beiden Hälften mit den Augenblasen sichtbar war. Die hinter dem Vorderhirne vor der Ausgangsstelle der vorderen Amnionfalte (*vaf*) gelegene leichte Vertiefung mit den zwei seitlichen Wülsten sind die ersten Anlagen der ersten Kiemenbogen und der Mundöffnung. Am Kopfe und Schwanzende fanden sich gut ausgebildete Umhüllungen vom Amnion (*am*, *haf*) und ausserdem waren auch die Seitenfalten dieser Haut selbst von der Bauchseite her deutlich zu sehen (*saf*). Immerhin war an diesem Embryo noch ein grosses Stück des Rückens unbedeckt, welche Stelle in der Fig. 80 z. Th. zu erkennen ist und beiläufig von den Buchstaben *ba* bis zu *haf* reichte. Gut entwickelt war an diesem Embryo der Vorderdarm, dessen Eingang nun am 1. Urwirbel stand, und ebenso erschien auch der Hinterdarm (*hd*) länger angelegt als früher. Eine Verdickung (Verbreiterung) am hinteren Leibesende ist die erste Spur der Allantois.

§ 15.

Letzte Ausbildung der äusseren Leibesform des Kaninchens. Eihüllen.

Nachdem der Kaninchenembryo die am Schlusse des vorigen § beschriebene Gestalt angenommen hat, wird er in ähnlicher Weise wie derjenige des Hühnchens in seine typische Form übergeführt. Zunächst entwickelt sich der Kopf mächtig und immer mächtiger, was vor allem durch die Grösse und rasche Entwicklung des Gehirns bedingt wird, und zugleich bildet sich die schon in § 14 erwähnte Krümmung desselben immer mehr aus, die auch hier als eine doppelte erscheint.

Einen Embryo des Hundes aus dem Anfange dieser Zeit zeigt die Fig. 81, an der man die vordere und hintere Kopfkrümmung, mit dem Scheitel- und Nackenhöcker deutlich erkennt, während das hintere Leibesende noch ganz gerade ist. Eine weitere Stufe stellt die Fig. 82 von einem Kaninchenembryo dar, indem hier auch die Schwanzkrümmung sehr gut ausgeprägt erscheint, wogegen die hintere Kopfkrümmung oder die Nackenkrümmung lange nicht so ausgebildet ist, wie beim Hunde.

Vordere und hintere Kopfkrümmung. Scheitelhöcker. Nackenhöcker.

Schwanzkrümmung.

Das Maximum dieser Krümmungen zeigen die Figg. 83 und 84, und stellt namentlich die Fig. 83 vom Embryo eines Hundes den höchsten Grad der Krümmungen dar, der überhaupt erreicht wird. Bezeichnet

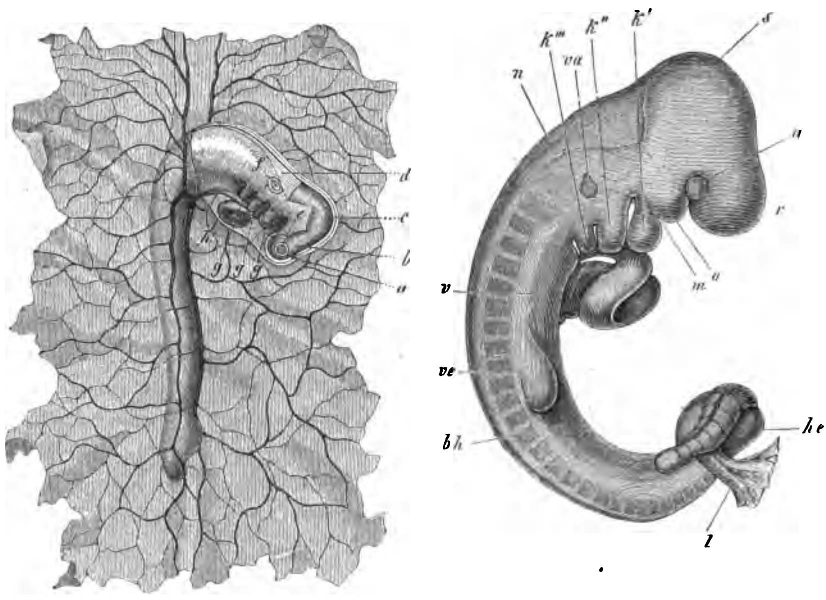


Fig. 81. Fig. 82.

man die Axe dieses Embryo mit Linien, so ergiebt sich, dass die Axe des Rückens ungefähr unter einem rechten Winkel in die des hinteren Kopftheiles und dieser wiederum in derselben Weise in den vorderen Kopfabschnitt übergeht. Ferner findet sich eine starke Biegung zwischen

Fig. 81. Embryo eines Hundes mit vollkommen gebildetem, aber dicht anliegendem Amnion, noch ohne Allantois mit angrenzenden Theilen des Dottersackes in der Seitenansicht, etwa 10mal vergr. Nach Bischoff. Der Embryo ist mit seinem Kopfe wie in den Dottersack eingestülpt, d. h. in einer Einsenkung desselben gelegen. *a* Vorderhirn; *b* Zwischenhirn; *c* Mittelhirn; *d* dritte primitive Hirnblase; *e* Auge; *f* Gehörbläschen; *ggg* Kiemenbogen; *h* Herz. Am Bauche sieht man die Ränder des rinnenförmig ausgehöhlten Leibes.

Fig. 82. Kaninchenembryo von 10 Tagen nach Entfernung des Amnion, der Allantois und der Keimblase, und mit blosgelegtem Herzen, 12mal vergr. *v* Vorderkopf; *a* Auge; *s* Scheitelhöcker mit dem Mittelhirn; *k' k'' k'''* erster, zweiter, dritter Kiemenbogen; *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens. Von Kiemenspalten sind 3 sichtbar. Die vierte ebenfalls vorhandene war mit der Loupe nicht zu erkennen; *v* Herzkammer, davor der *Bulbus aortae*, dahinter das Atrium; *ve* vordere Extremität; *he* hintere Extremität; *m* Mundgegend; *va* Gehörorgan; *bh* primitive Bauchhaut, dorsalwärts die Visceralplatte; *n* Nackenhöcker, Gegend des 4. Ventrikels.

der Hals- und Brustgegend und eine zweite solche in der Höhe der hinteren Extremität, die Schwanzkrümmung. Die Gesammtkrümmung ist so, dass das vordere und hintere Leibesende einander sehr nahe liegen und eine ziemlich geschlossene Bucht umfassen, in welcher, von den ebenfalls weiter entwickelten seitlichen (und vorderen) Leibeswänden umschlossen, das Herz, die Anlage der Leber und der sich entwickelnde

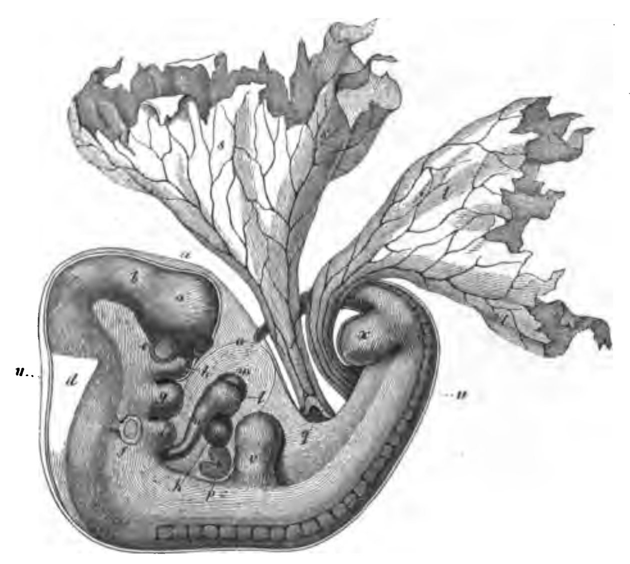


Fig. 83.

Darmkanal ihre Lage haben, während aus ihr der Stiel der Allantois, der Urachus, und der Dottergang (*r*) heraustreten. Etwas weniger entwickelt, d. h. zurückgebildet, erscheinen diese Krümmungen bei dem älteren Rindsembryo der Fig. 84, jedoch immer noch deutlich genug.

Zu der beschriebenen Kopf- und Schwanzkrümmung gesellt sich nun noch eine Drehung des Embryo um seine Längsaxe, die in einer bestimmten Zeit sehr ausgeprägt ist (Fig. 82 dieses Werkes und Fig. 178 meiner Entwicklungsgeschichte).

Spiral-, Kopf- und Schwanzkrümmung erhalten sich, nachdem sie vollkommen ausgebildet sind, noch eine gewisse Zeit, dann aber streckt

Fig. 83. Embryo eines Hundes von 25 Tagen, 5mal vergr. Nach Bischoff. *a* Vorderhirn; *b* Zwischenhirn; *c* Mittelhirn; *d* dritte Hirnblase; *e* Auge; *f* Gehörbläschen; *g* Unterkieferfortsatz; *h* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens, zwischen beiden der Mund; *i* zweiter Kiemenbogen, davor die erste Kiemenspalte; *k* rechtes Herzohr; *l* rechte, *m* linke Kammer; *n* Aorta; *o* Herzbeutel; *p* Leber; *q* Darm; *r* Dottergang mit den *Vasa omphalo-mesenterica;* *s* Dottersack; *t* Allantois; *u* Amnion; *v* vordere, *x* hintere Extremität; *z* Riechgrube.

sich der Embryo wieder, verliert zuerst die spiralige Drehung und endlich auch die um die Queraxe, obschon die letztere noch lange Zeit angedeutet bleibt.

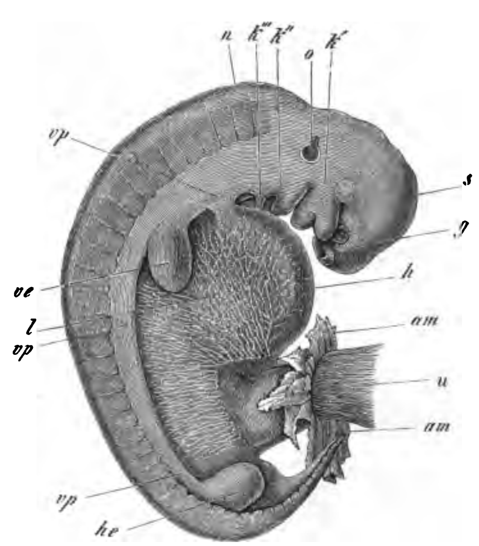


Fig. 84.

Was nun die Ursachen dieser Krümmungen im Allgemeinen anlangt, so werden dieselben unstreitig dadurch bedingt, dass der Rücken und vor Allem das centrale Nervensystem, von denen wir schon früher gesehen haben, dass sie vor allen anderen Theilen sich anlegen und weiterbilden, mehr als die Theile der Bauchseite wachsen, wodurch der Embryo nothwendiger Weise nach dem Rücken zu convex wird. Später rücken dann diese Theile im Wachsthume langsamer vor, und beginnen die Organe der Ventralseite sich zu entwickeln, worauf dann der Embryo gewissermassen sich aufrollt.

Während die beschriebenen Veränderungen in der Stellung des Leibes vor sich gehen, entwickelt sich nicht nur der Kopf immer mehr, sondern es bildet sich allmälig auch der Hals aus und zwar in ganz gleicher Weise wie beim Hühnchen (Figg. 85, 86). Es bilden sich nämlich auch beim Säugethiere am Halse K i e m e n s p a l t e n und K i e m e n b o g e n. Deutlich sind drei Kiemenbogen. Der erste begrenzt die Mundöffnung und zerfällt deutlich in einen kürzeren O b e r k i e f e r f o r t s a t z *o*, welcher an die untere Fläche des Vorderkopfes sich anlegt, und in einen längeren U n t e r k i e f e r f o r t s a t z *u*, der einen provisorischen Unter-

Hals.

Kiemenbogen u. -spalten.

Oberkieferfortsatz.

Unterkieferfortsatz.

Fig. 84. Embryo eines Rindes, 5mal vergr. *g* Geruchsgrübchen; *k'* erster Kiemenbogen mit dem Ober- und Unterkieferfortsatze; vor dem ersteren das Auge; *k'' k'''* zweiter und dritter Kiemenbogen. Zwischen den drei Kiemenbogen zwei Kiemenspalten sichtbar, während der Mund zwischen den zwei Fortsätzen des ersten Bogens liegt. *s* Scheitelhöcker; *n* Nasenhöcker; *o* durchschimmerndes Gehörbläschen mit einem oberen Anhange (*recessus vestibuli*); *vp* Visceralplatten oder Bauchplatten; *ve* vordere Extremität; *l* Lebergegend; *am* Reste des Amnion; *h* Nabelstrang. Die Bauchwand dieses Embryo besteht noch grösstentheils aus der ursprünglichen Bauchhaut (*Membrana reuniens inferior*), in welcher zierliche Gefässramificationen sich finden.

kiefer darstellt, jedoch anfangs vorn kolbig angeschwollen endet und mit der anderen Seite nicht zusammenhängt.

Mundöffnung.

Zwischen diesen Theilen finden sich die primitive grosse Mundöffnung *m* von rautenförmiger Gestalt, an deren Stelle während der Ausbildung der Kiemenbogen erst eine dünne Haut, die Rachenhaut, sich findet (Fig. 107 *r*), die dann später vergeht. Zwischen dem ersten und

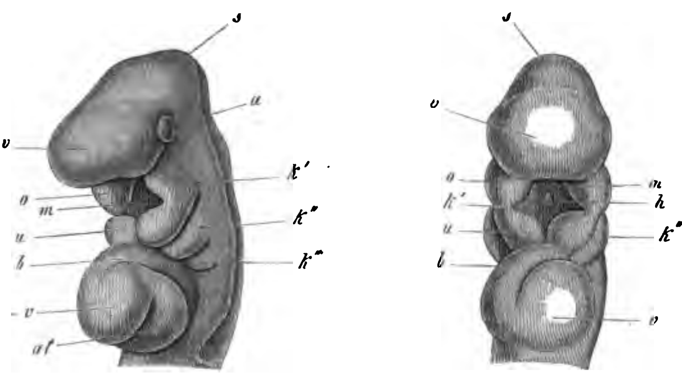


Fig. 85. Fig. 86.

zweiten Kiemenbogen findet sich die erste Kiemenspalte, die auch bei Säugethieren sehr gut ausgeprägt ist (Figg. 82—84). Ebenso ist auch der zweite Kiemenbogen stark entwickelt und vorn ebenfalls abgerundet (Fig. 85, *k''*), wogegen der 3. Bogen (Fig. 82, 85 *k'''*) erheblich kürzer ist, und ein 4. Bogen als besonders abgegrenztes Gebilde bei Säugethieren sich nicht nachweisen lässt. Dagegen sind eine 3. (Fig. 82) und 4. Kiemenspalte auch beim Kaninchen ganz deutlich, nur kleiner als die vorderen Spalten.

Alle Kiemenbogen entstehen in der primitiven Schlundwand als Wucherungen, die von den Seitentheilen der Schädelbasis nach der Bauchseite zu wachsen, und sind die Homologa der am Rumpfe vorkommenden Bauchplatten.

Höhere Sinnesorgane.

Die höheren Sinnesorgane treten, was ihre äussere Erscheinung anlangt, beim Kaninchen wesentlich in derselben Weise auf, wie beim Hühnchen, und verweise ich daher mit Bezug auf diese Organe auf die im zweiten Hauptabschnitte folgenden speciellen Schilderungen.

Fig. 85. Kopf des Embryo der Fig. 82, halb von der Seite.

Fig. 86. Derselbe Kopf von vorn und unten. Beide 12mal vergr. *v* Vorderkopf mit dem Vorderhirn; *a* Auge; *s* Scheitelhöcker mit dem Mittelhirn; *k'* erster Kiemenbogen, *o*, *u* dessen Ober- und Unterkieferfortsatz; *m* Mundöffnung; *h* Hypophysistasche; *k'' k'''* 2., 3. Kiemenbogen; *b* *Bulbus aortae*; *v* Kammer; *at* Vorhof des Herzens.

Letzte Ausbildung des Rumpfes.

Nach Besprechung des Kopfes und Halses gehe ich zur Darlegung der Gestaltungen des Rumpfes in späteren Zeiten. Bei dem ältesten der früher beschriebenen Embryonen (Fig. 80) war der Körper in der Mitte noch lange nicht geschlossen, und stellte sowohl die Darmanlage als der eigentliche Leib in dieser Gegend eine weit offene Halbrinne dar, von denen die erstere in die tieferen Lagen des Blastoderma, die letztere in das Amnion überging; ebenso fehlte auch jede Spur von Extremitäten. Diese Verhältnisse ändern sich jedoch rasch, und findet man schon am Ende des 10. und vor Allem am 11. Tage die seitlichen und ventralen Theile mehr ausgebildet und die Gliedmaassen im Hervorsprossen begriffen (Figg. 82—86). Auch bei Säugethieren schliesst sich der Leib an seiner Bauchseite anfänglich durch eine dünne Haut, die untere Vereinigungshaut (Rathke), welche aus der Hautplatte und aus dem Hornblatte besteht, welche in einem früheren Stadium in der Fig. 83, in einem späteren in der Fig. 84 dargestellt ist. In diese primitive Bauchwand bilden sich dann später die schon beim Hühnchen geschilderten Productionen der Urwirbel, der Muskelplatten und der Spinalnerven oder die sogenannten Bauch- oder Visceralplatten hinein, welche in der Fig. 84 bei *vp* mit scharfer Begrenzung durch die Leibeswand durchschimmern und auch in der Fig. 83 deutlich sind, Bildungen, welche nach und nach immer weiter gegen die ventrale Mittellinie vorrücken und schliesslich, nachdem dieselben hier zur Vereinigung gekommen sind, die bleibende Bauchwand erzeugen.

Untere Vereinigungshaut.

Bauchplatten.

Verschluss des Darmes.

Dottersack.

Ebenso wie der Leib schliesst sich auch der Darm und schnürt sich von den tieferen Lagen der Keimblase ab, welche dadurch zum Dottersacke werden, wie die Fig. 87 dies darstellt.

Extremitäten.

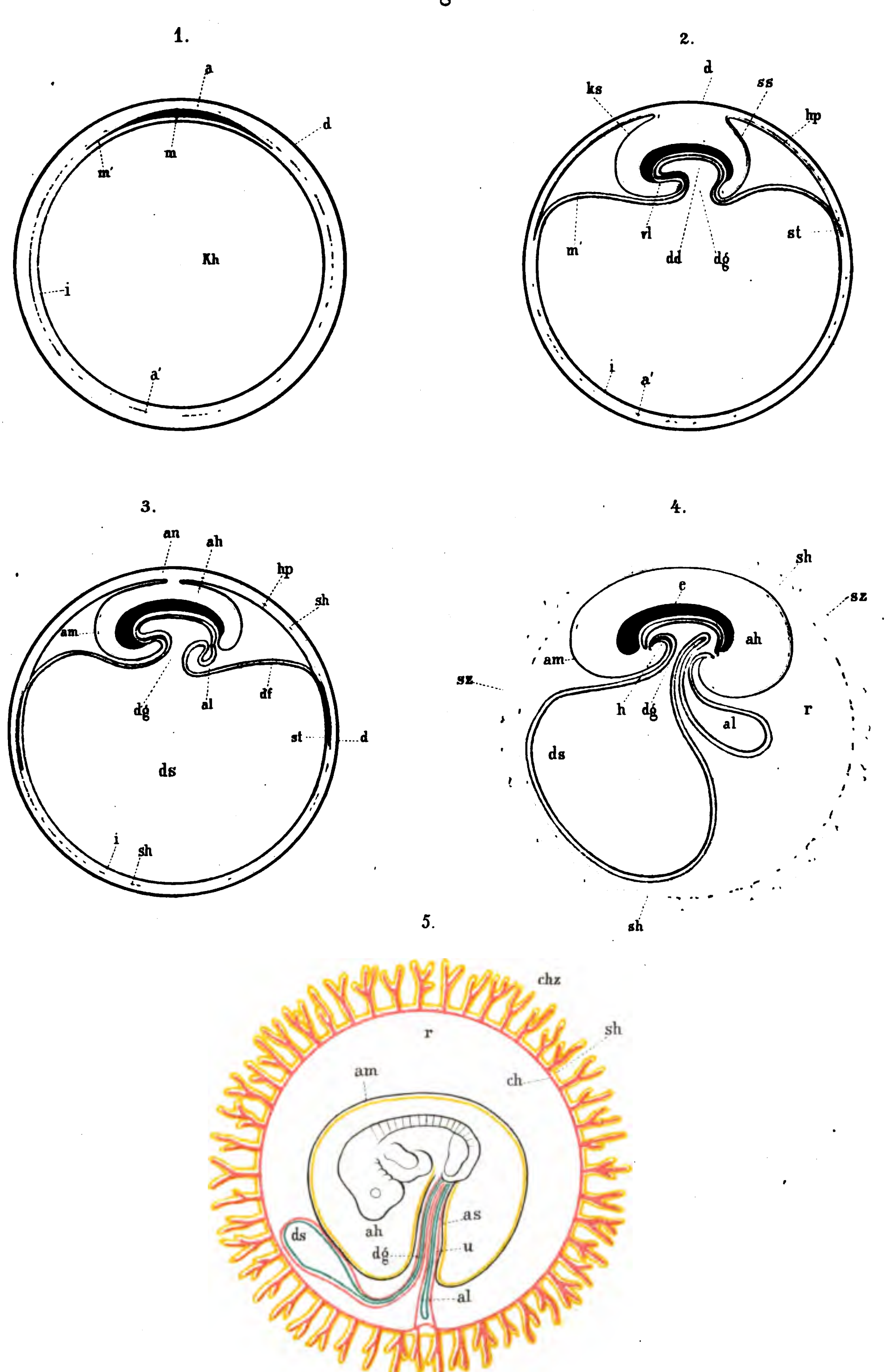
Von den Extremitäten endlich, die in fast allen in diesem § gegebenen Figuren sichtbar sind, ist nur zu bemerken, dass sie in frühen Stadien in allen Beziehungen mit denen des Hühnchens vollkommen stimmen.

Eihüllen der Säuger.

Ich wende mich nun zur Besprechung des Verhaltens der Eihüllen des Kaninchens und der Säugethiere überhaupt in frühen Zeiten und gebe an der Hand der Fig. 87 eine übersichtliche Schilderung, die für die späteren Zustände mehr an den Menschen sich hält.

Die Fig. 1 stellt eine doppelblättrige Keimblase dar, an welcher in der Gegend der Embryonalanlage *a* auch ein mittleres Keimblatt *m* sich findet, welches mit einem dünneren Theile *m'* über den Bereich des Embryo hinausreicht, und eine *Area opaca s. vasculosa* erzeugt. Die Figur würde etwa dem Stadium entsprechen, welches im Flächenbilde durch die Fig. 73 versinnlicht worden ist. In 2 ist der Embryo schon entwickelter mit angelegtem Vorderdarm und Hinterdarm und Herz, und

Fig. 87.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

zeigt von Eihüllen einmal das in der Bildung begriffene Amnion mit der Kopfscheide *ks* und der Schwanzscheide *ss*, welches ausser dem Ectoderma auch eine vom mittleren Keimblatte abstammende Lage besitzt, die mit der Hautplatte des Embryo zusammenhängt. Durch die Entstehung der Amnionfalte ist der Gefässe führende Theil des mittleren Keimblattes oder die Darmfaserplatte *m'* ausser Berührung mit dem Ectoderma und der Hautplatte gesetzt und stellt nun, dem inneren Blatte der Keimblase oder dem Entoderma folgend, mit demselben eine theilweise gefässhaltige Blase dar, die nichts anderes ist als die Anlage des Dottersackes, der durch einen weiten und kurzen Gang *dg*, den Dottergang (*Ductus vitello-intestinalis s. omphalo-mesentericus*), mit dem noch weit offenen Darmkanale *dd* in Verbindung steht. Die 3. Figur zeigt das Amnion geschlossen, jedoch mit noch bestehender Amnionnaht *an*, und lässt erkennen, dass die oberflächliche Lamelle der Amnionfalte sammt dem übrigen Theile des Ectoderma oder der äusseren Lamelle der Keimblase, so wie die Amnionnaht sich löst, eine besondere blasenförmige äussere

Fig. 87. Fünf schematische Figuren zur Darstellung der Entwicklung der fötalen Eihüllen, in denen in allen, mit Ausnahme der letzten, der Embryo im Längsschnitte dargestellt ist. 1. Ei mit *Zona pellucida*, Keimblase, Fruchthof- und Embryonalanlage. 2. Ei mit in Bildung begriffenem Dottersacke und Amnion. 3. Ei mit sich schliessendem Amnion, hervorsprossender Allantois. 4. Ei mit zottentragender seröser Hülle, grösserer Allantois, Embryo mit Mund- und Anusöffnung. 5. Ei, bei dem die Gefässschicht der Allantois sich rings an die seröse Hülle angelegt hat und in die Zotten derselben hineingewachsen ist, wodurch das ächte Chorion entsteht. Nabelstrang angelegt. Dottersack verkümmert, Amnionhöhle im Zunehmen begriffen. Ectoderma gelb, Darmfaserplatte und Gefässschicht der Allantois und des Dottersackes roth, Entoderma grün; Schwarz ist die Zona pellucida in allen Figuren, ferner in Figur 1 das ganze mittlere Keimblatt, in den Figuren 2, 3 und 4 die Hautplatte des Amnion und in den Figg. 2—5 das Mesoderma im Bereiche des Embryo mit Ausnahme der Darmfaserplatte und des Herzens.

d Dotterhaut; *sh* seröse Hülle; *sz* Zotten der serösen Hülle; *ch* Chorion (Gefässschicht der Allantois); *chz* Chorionzotten (aus den Fortsätzen des Chorion und dem Ueberzuge der serösen Hülle bestehend); *am* Amnion; *ks* Kopfscheide des Amnion; *ss* Schwanzscheide des Amnion, beide aus der Hautplatte und dem Ectoderma bestehend; *an* Naht des Amnion; *ah* Amnionhöhle; *as* Scheide des Amnion für den Nabelstrang; *a* der Embryonalanlage angehörende Verdickung im äusseren Blatte der Keimblase *a'*; *m* der Embryonalanlage angehörende Verdickung im mittleren Blatte der Keimblase *m'*, die anfänglich nur so weit reicht, als der Fruchthof, und später die Gefässschicht des Dottersacks *df* darstellt, die mit der Darmfaserplatte zusammenhängt; *st Sinus terminalis; dd* vom Entoderma ausgekleidete Darmanlage, entstanden aus einem Theile von *i*, dem innern Blatte der Keimblase (späterem Epithel des Dottersackes); *kh* Höhle der Keimblase, die später zu *ds*, der Höhle des Dottersacks wird; *dg* Dottergang; *al* Allantois; *e* Embryo; *r* ursprünglicher Raum zwischen Amnion und Chorion, mit eiweissreicher Flüssigkeit erfüllt; *vl* vordere Leibeswand in der Herzgegend; *h* Herz; *as* Amnionscheide des Nabelstranges. — In Fig. 2 und 3 ist der Deutlichkeit wegen das Amnion zu weit abstehend gezeichnet. Ebenso ist die Herzhöhle überall zu klein gezeichnet und auch sonst manches, wie bes. der Leib des Embryo, mit Ausnahme der Fig. 5. nur schematisch versinnlicht.

Eihülle darstellt (*sh*), welche nichts anderes ist als die seröse Hülle v. BAER's, an welcher der frühere Antheil der Hautplatte in der Gegend des Amnion nicht dargestellt ist. Ferner ist in diesem Stadium der Dottersack weiter vom Darme abgeschnürt, der Dottergang länger und enger, und die vom mittleren Keimblatte abstammende Gefässlage desselben, deren Gefässe mit einer Randvene *st* sich begrenzen, ausgebreiteter. Als vollständiges Novum ist nun auch die Allantois (*al*) erschienen, ein hohles, mit dem Hinterdarm verbundenes Gebilde, ausgekleidet vom Darmepithel und umhüllt von einer Fortsetzung der Darmfaserplatte, welche in den Raum *r* zwischen Amnion, seröser Hülle und Dottersack hineinragt. In 1, 2 und 3 ist als äusserste Hülle der Eier die *Zona pellucida* dargestellt, welche später schwindet.

In 4 ist der Dottersack relativ kleiner und die Allantois grösser geworden. Im Amnion beginnt *Liquor amnii* sich anzusammeln und an der serösen Hülle *sh*, einer einfachen epithelialen Zellenhaut, sind hohle Zött-

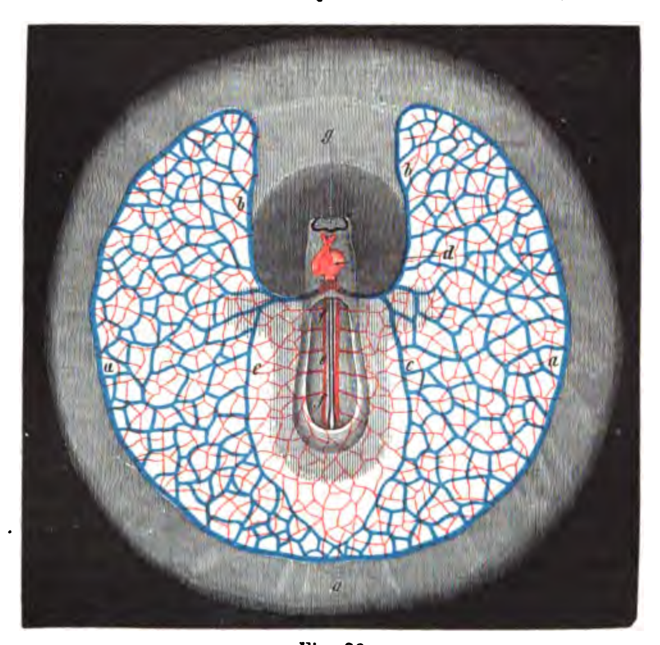


Fig. 88.

Fig. 88. Fruchthof eines Kaninchens mit Embryo von der Bauchseite, von 4 Par. Linien Durchmesser mit vollkommen entwickeltem ersten Gefässsysteme. Nach BISCHOFF, etwas verkl. *a Vena* oder *Sinus terminalis; b Vena omphalo-mesenterica;* *c* starker hinterer Ast derselben; *d* Herz schon *S*förmig gebogen; *e* primitive Aorten oder *Arteriae vertebrales posteriores; ff Art. omphalo-mesentericae; g* primitive Augenblasen. Man sieht das feinere oberflächliche (nach aussen gelegene), mehr arterielle (rothe) und das stärkere tiefe, mehr venöse (blaue) Gefässnetz im Fruchthof.

chen *sz* aufgetreten, wodurch diese Haut zur primitiven Zottenhaut, *Chorion primitivum*, wird. In diese Zöttchen bilden sich später Gefässe von der Allantois hinein, wodurch dann das bleibende Chorion, *Chorion secundarium s. verum ch*, entsteht. Die Allantois nämlich legt sich, grösser geworden, an die seröse Hülle an und vergeht in ihrem inneren, vom Entoderma abstammenden Theile, während die äussere gefässhaltige Lage längs der ganzen inneren Oberfläche der serösen Hülle sich ausbreitet und mit derselben zu einer gefässhaltigen Haut verschmilzt. Während dies geschieht, wird der Dottersack relativ immer kleiner, wogegen das Amnion, mit Flüssigkeit sich füllend, endlich dem *Chorion verum* sich anlegt und zugleich eine Hülle um die Allantois-Gefässe (die Nabelgefässe) und um den Dottergang und seine Gefässe herum bildet, welche Theile zusammen den Nabelstrang darstellen.

Kreislauf im Fruchthofe.

Zum Schlusse gebe ich nun nach BISCHOFF noch ein Bild des ersten Kreislaufes im Fruchthofe des Kaninchens, welcher in Vielem mit demjenigen des Hühnchens übereinstimmt, nur dass die Symmetrie beider Seiten grösser ist als dort und sich an der Stelle zweier *Arteriae omphalo-mesentericae* viele Paare kleiner Arterien finden, die von den *Aortae descendentes* seitlich in den Fruchthof treten. Ferner enthält hier der Fruchthof im grösseren Theile seines Umfanges zweierlei Gefässnetze, ein oberflächliches arterielles und ein tiefer gelegenes Venennetz.

Erste Entstehung der Gefässe.

Die ersten Spuren der Gefässbildung fand ich bei Kaninchen-Embryonen vom 8. Tage mit Rückenfurche und Primitivstreifen, aber noch ohne Urwirbel und deutliche Herzanlagen. Hier waren am Rande des Fruchthofes einige Gefässanlagen deutlich, vor allem die Anlage der Randvene selbst, und hie und da auch noch ein Gefäss an der Seite derselben, und stellten sich diese, wie die Fig. 89 zeigt, einfach als Verdickungen des Mesoderma dar, die aus rundlichen Zellen bestanden, während die Elemente der angrenzenden Theile dieser Keimschicht mehr abgeplattet waren. Von der Fläche erschienen diese Gebilde als dunkle Zellenstränge ohne jegliche schärfere Begrenzung, die netzförmig

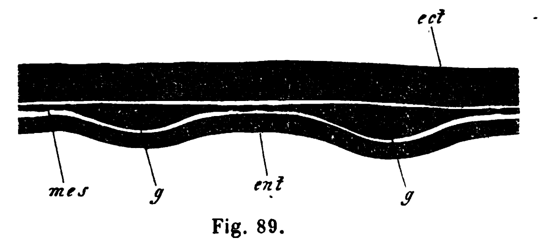


Fig. 89.

Fig. 89. Senkrechter Schnitt des Randes des Fruchthofes (*Area opaca*) eines Kaninchenembryo mit Rückenfurche und Primitivstreifen ohne Urwirbel vom 7. Tage, 200mal vergr. *ect* Ectoderma, hier verdickt (Ectodermawulst); *ent* Entoderma; *mes* Mesoderma; *gg* Gefässanlagen darin, davon die eine die Randvene.

unter einander zusammenhingen. Bei etwas älteren Embryonen mit 3—4 Urwirbeln erschienen diese Stränge zum Theil schon hohl als wirkliche Gefässe mit deutlicher Wand, zum Theil noch ebenso wie früher als solide Zellenstränge, und noch später waren alle Stränge verschwunden und überall im Fruchthofe gut begrenzte Gefässe mit rothen, kernhaltigen Blutzellen vorhanden, deren Bau vollkommen derselbe war, wie beim Hühnchen. — Aus diesen Daten geht mit Sicherheit hervor, dass die ersten Gefässe und das erste Blut beim Kaninchen ebenso sich bilden wie bei den Vögeln.

§ 16.

Innere Gestaltungen beim Kaninchenembryo. Keimblätter. Primitivorgane.

Nachdem in den vorhergehenden §§ die äusseren Formverhältnisse junger Kaninchenembryonen in allen wesentlichen Punkten geschildert worden sind, ist es nun an der Zeit auch die inneren Vorgänge ins Auge zu fassen, wie sie an Quer- und Längsschnitten sich ergeben.

Keimblätter.

Die erste Frage, die sich hier aufdrängt, die nach der Zahl und Entstehung der Keimblätter, ist schon im § 13 im Wesentlichen beantwortet worden. Dort wurde nachgewiesen, dass nach der Furchung in erster Linie ein äusseres Keimblatt entsteht, und die sogenannte Keimblase darstellt. Aus dem Reste der Furchungskugeln bildet sich eine scheibenförmige Platte, die an einer Stelle der Keimblase von innen her sich anlagert, und diese Platte stellt die erste Anlage des inneren Keimblattes dar. Im weiteren Verlaufe wächst diese Platte an der inneren Oberfläche der primitiven Keimblase herum und stellt schliesslich eine zweite innere Blase dar, so dass das vollgebildete Primitivorgan, mit welchem die Entwicklung des Kaninchens beginnt, eine doppelblättrige, ganz geschlossene Blase ist. Bevor jedoch diese Doppelblase ganz vollendet ist, hat auch schon die Entwicklung des mittleren Keimblattes begonnen, die wesentlich in derselben Weise wie beim Hühnchen sich macht und mit dem ersten Auftreten des Embryo in innigstem Zusammenhange steht.

Entstehung des Mesoderma.

Die erste Spur des Kaninchenembryo erscheint in Gestalt einer scheibenförmigen Verdickung des äusseren Blattes der Keimblase oder des Ectoderma, die ich oben als Embryonalfleck oder Embryonalanlage bezeichnete. Diese Verdickung besteht anfänglich aus einer einzigen Schicht höherer schmälerer Zellen, welche aus den ursprünglichen platten Pflasterzellen des äusseren Keimblattes sich hervorbilden; sobald jedoch auf der Embryonalanlage der Primitivstreifen hervortritt, be-

ginnen diese Zellen an einer Stelle in die Tiefe zu wuchern, und stellen eben dadurch den Primitivstreifen dar, wie dies die Figg. 90 und 91 erkennen lassen. Diese **Wucherung des äusseren Keimblattes ist**, wie beim Hühnchen, **nichts anderes als die erste Anlage des Mesoderma**. In weiterer Entwicklung nämlich breitet sich diese Wucherung rasch nicht nur über die ganze Embryonalanlage, sondern

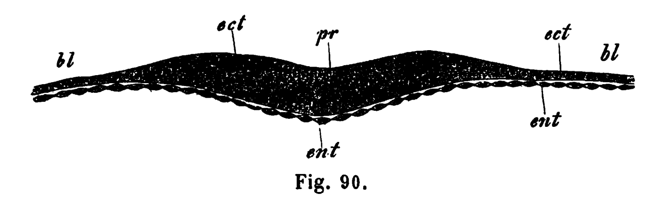


Fig. 90.

auch weiter über die Keimblase aus, sodass sie bei den Embryonalanlagen, die die allererste Andeutung der Rückenfurche zeigen, bereits einen breiten Saum um dieselben bildet, wie die Fig. 73 zeigt. In diesem Blatte oder dem Mesoderma entwickeln sich die ersten Gefässe, und bezeichnet die Grösse des Gefässhofes oder der *Area opaca* auch diejenige des mittleren Keimblattes, welcher Gefässhof anfänglich als schmaler

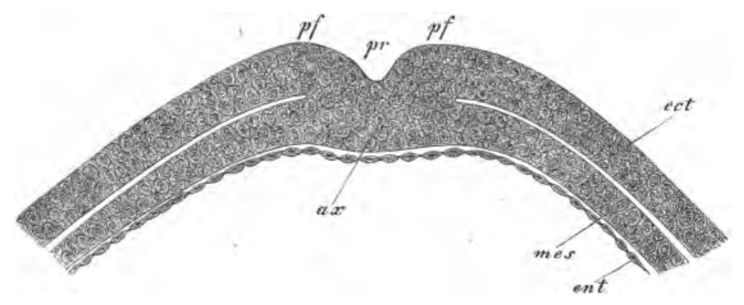


Fig. 91.

Saum den Embryo umgiebt und zuletzt die innere Lamelle der Keimblase ganz umwuchert, und mit ihr den Dottersack bildet. (Vergl. in Betreff des speciellen Verhaltens des Dottersackes des Kaninchens die Monographie von Bischoff und meine Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl.)

Fig. 90. Querschnitt durch den dickeren Theil der ersten Anlage des Primitivstreifens eines Kaninchenei̇es von 7 Tagen. 105mal vergr. *pr* Primitivstreifen; *bl* Keimblase; *ect* Ectoderma; *ent* Entoderma.

Fig. 91. Primitivstreifen oder Axenplatte eines Kaninchenembryo von 8 Tagen und 9 Stunden, der noch keine Rückenfurche und keine Urwirbel besass, quer durchschnitten. Vergr. 220mal. *ax* Primitivstreifen oder Axenplatte; *pr* Primitivrinne; *pf* Primitivfalten; *ect* Ectoderma; *mes* Mesoderma; *ent* Entoderma.

Vor der Anlage der Gefässe an Fruchthöfen, wie sie die Fig. 73 darstellt, ist das Mesoderma am Rande ganz dünn und überhaupt nur im Bereiche der Embryonalanlage dicker. Später jedoch zeigt der Rand eine wulstige Verdickung, die Anlage des *Sinus terminalis*, und gewinnen die peripherischen Theile des Mesoderma überhaupt an Mächtigkeit.

Entstehung der Primitivorgane.

Ich wende mich nun zur Darstellung des Verhaltens der ersten Organbildungen an Querschnitten, und glaube ich dieselben am besten klar machen zu können, wenn ich von einem etwas älteren Embryo ausgehe, bei welchem die Primitivorgane schon alle angelegt sind. Die Fig. 92 zeigt einen Querschnitt durch die Urwirbelgegend eines Embryo von 9 Tagen und 2 Stunden, der noch keinerlei Leibeskrümmung besass, und lehrt, dass in diesem Stadium, abgesehen von den Grössenverhältnissen, die Verhältnisse der Säugethierembryonen denen des Hühnchens so ähnlich sind, dass eine weitere Besprechung des Bildes ganz überflüssig erscheint.

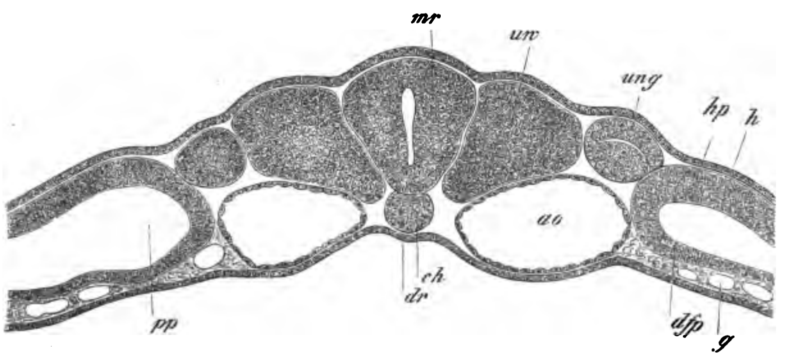


Fig. 92.

Geht man von diesem Stadium rückwärts, so bleiben anfangs die Bilder leicht verständlich, dann aber treten zur Zeit der ersten Bildung der Rückenfurche Gestaltungen auf, die ganz eigener Art zu sein scheinen und zum Glauben veranlassen könnten, dass die *Chorda dorsalis* aus dem Entoderma hervorgehe. Ich habe jedoch durch genaue Verfolgung der Entwicklung dieses Organes mich überzeugt, dass dasselbe auch beim Kaninchen aus dem mittleren Keimblatte sich entwickelt, jedoch ursprünglich in sehr eigenthümlicher Form und Lagerung zum Entoderma erscheint, wie die Figg. 93—95 ergeben.

Fig. 92. Querschnitt durch die mittlere Rumpfgegend eines Kaninchenembryo von 9 Tagen und 2 Stunden. Vergr. 158mal. *dr* Darmrinne, von Entoderma ausgekleidet; *ch* Chorda; *ao Aortae descendentes*; *uw* Urwirbel mit Höhle; *mr* Medullarrohr; *ung* Urnierengang; *dfp* Darmfaserplatte; *g* Gefässe in den tieferen Theilen dieser Platte; *hp* Hautplatte; *h* Hornblatt; *pp* Peritonealhöhle.

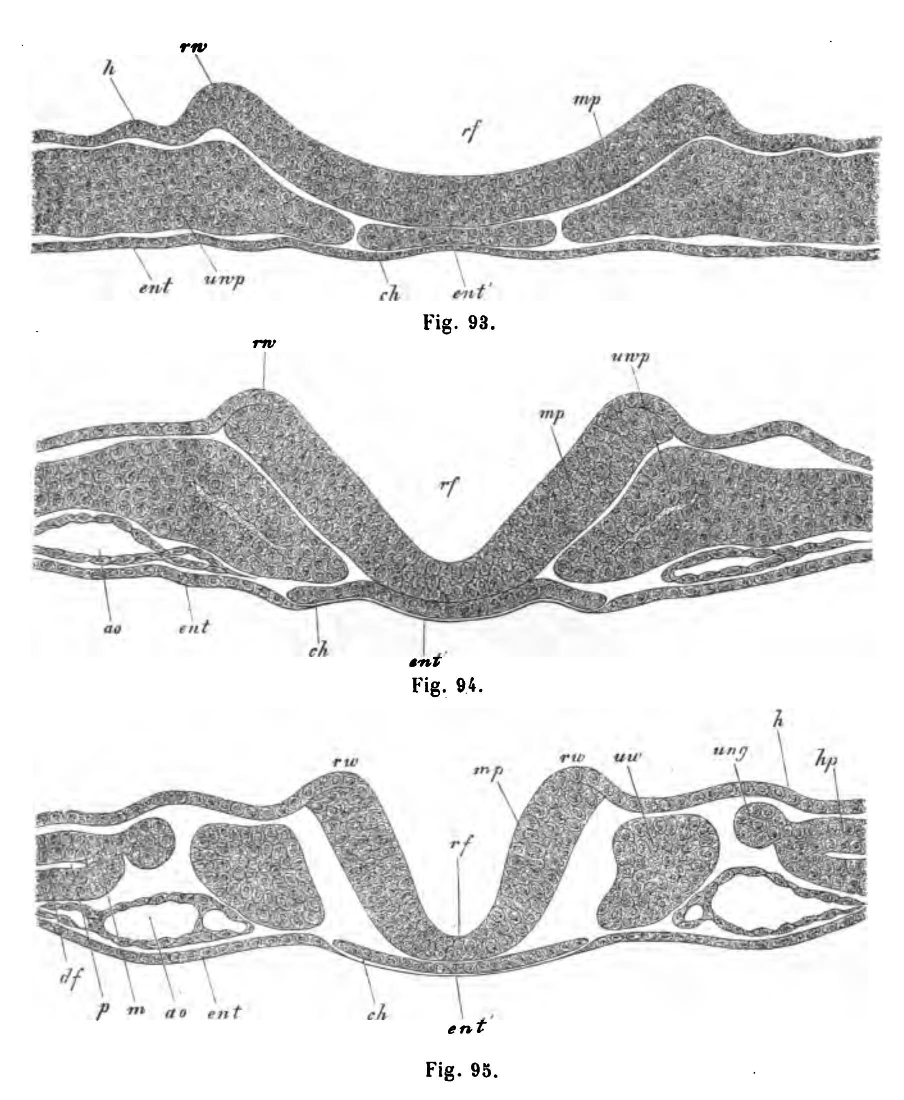


Fig. 93.

Fig. 94.

Fig. 95.

Fig. 93. Querschnitt durch einen Kaninchenembryo von 9 Tagen hinter den Urwirbeln. 208 mal vergr. *ch* Chorda; *ent* Entoderma; *ent'* dünnere Lage desselben unter der Chorda; *uwp* Urwirbelplatten; *h* Hornblatt; *rw* Rückenwülste; *rf* Rückenfurche; *mp* Medullarplatte.

Fig. 94. Querschnitt durch denselben Kaninchenembryo nahe am letzten Urwirbel. Vergr. 283mal. Buchstaben wie dort, ausserdem *ao Aorta descendens.*

Fig. 95. Querschnitt durch denselben Kaninchenembryo am letzten Urwirbel. Vergr. 222mal. Buchstaben wie früher, ausserdem *ao* Aorten; *ung* Anlage des Urnierenganges; *uw* Urwirbel; *m* Mittelplatte; *df* Darmfaserplatte; *hp* Hautplatte; *p* Peritonealhöhle.

Die neben der Chorda sonst noch auftretenden Primitivorgane, die Medullarplatte, Urwirbel und Seitenplatten, stimmen in allen wesentlichen Verhältnissen mit denen des Hühnchens so sehr überein, dass eine specielle Schilderung derselben wohl unterbleiben kann. Ich verweise daher einfach auf die in diesem § gegebenen Figuren, aus denen die erste Entstehung derselben hinreichend klar hervorgeht.

Behufs der Schilderung der späteren Umgestaltungen der Embryonen des Kaninchens im inneren Baue wollen wir den Rumpf und den Kopf für sich betrachten. Den ersteren anlangend, so finden wir für die mittlere Rumpfgegend, dass das schon besprochene Stadium der Fig. 92, ebenso wie es in seiner Entstehung mit den Verhältnissen beim Hühnchen übereinstimmt, so auch in seinen weiteren Umwandlungen nicht wesentlich von demselben abweicht, und zeigt die Fig. 96 von einem 10 Tage alten Fötus, wie der flache Kaninchenembryo im Laufe

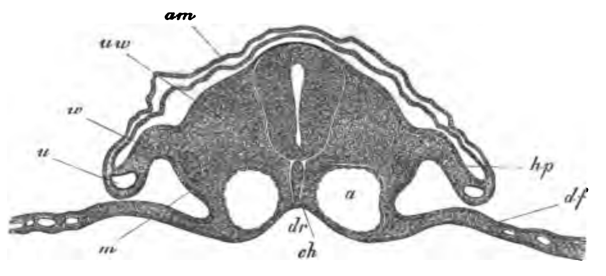


Fig. 96.

der Entwicklung in seinen Axentheilen an Masse zunimmt und zugleich mit den Seitentheilen nach der Ventralseite sich krümmt, und auch der Darm rinnenförmig sich gestaltet. Eine Vergleichung dieser Figur mit den Figg. 44 und 48 vom Hühnchen macht jede weitere Schilderung überflüssig.

Ein weiteres Stadium desselben Embryo ist in der Fig. 97 dargestellt, welche einen Schnitt dicht hinter der hinteren Darmpforte wiedergiebt. Derselbe zeigt die tiefe Darmrinne *dr*, die spätere vordere Darmwand bei *df'* und die seitliche Leibeswand bei *hp* mit der *Vena umbilicalis u* in dem Randwulste der Hautplatte. Dieser Randwulst ist auch mit der Darmfaserplatte *df* des Blastoderma verschmolzen, wodurch die Peritonealhöhle *p* in dieser Gegend zu einer ganz geschlossenen Höhle

Fig. 96. Querschnitt durch den mittleren Rumpftheil eines Kaninchenembryo von 10 Tagen. Vergr. 81mal. *am* Amnion; *ch* Chorda; *uw* Urwirbel; *hp* Hautplatte; *df* Darmfaserplatte; *m* Mittelplatte; *w* WOLFF'scher Gang; *u Vena umbilicalis*, im Randwulste der Hautplatte gelegen. Medianwärts davon die Bauchhöhle; *a* Aorta; *dr* Darmrinne.

wird, während sie weiter hinten (Fig. 96) einfach durch die Aneinanderlagerung der Hautplatte und Darmfaserplatte verlegt wird.

Bei noch vorgerückteren Embryonen, wie sie zum Theil schon am 10., sicherer am 11. Tage der Trächtigkeit gefunden werden, sind die wesentlichsten gegen früher eingetretenen Veränderungen am mittleren Rumpftheile folgende:

Vor allem bilden sich die Axengebilde in der Art weiter aus, dass einmal die Urwirbel in eine Muskelplatte und in den eigentlichen Urwirbel zerfallen. Letzterer umwächst dann nach und nach die Chorda

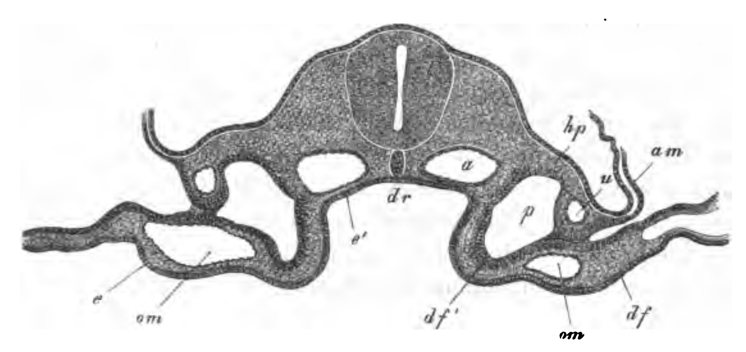


Fig. 97.

von beiden Seiten her und sendet auch Verlängerungen nach oben, die das Rückenmark umhüllen (*Membrana reuniens superior*). Schon am 10. Tage fand ich bei dem Embryo der Fig. 82 in der Gegend der vorderen Extremitäten die Chorda ganz von den Urwirbeln umschlossen, und die Anlagen der Wirbelsäule gebildet. Die Ausläufer der Urwirbel nach oben waren bis zum Rücken herauf dick, mit Ausnahme der dorsalen Mittellinie, an welcher das Mark nur von dem sehr dünnen Hornblatte und einer ebenso dünnen Schicht des Mesoderma bedeckt war. Gut entwickelt war die Muskelplatte, die übrigens auch bei jüngeren Embryonen schon gefunden wurde, und zog sich dieselbe deutlich eine kleine Strecke weit in die Extremitätenanlage hinein. Einwärts von dieser erkannte man in gewissen Schnitten auch bestimmt die Anlage der Spinalganglien in Gestalt länglichrunder neben dem Marke gelegener Massen an jeder Seite, von denen aus ein spitzer Ausläufer, die hintere

Fig. 97. Querschnitt durch den Rumpf des Embryo der Fig. 96, dicht hinter der vorderen Darmpforte. Vergr. 81mal. Buchstaben wie bei Fig. 96. Ausserdem *df'* Darmfaserplatte der späteren vorderen Wand des Vorderdarmes; *e'* Epithel des Vorderdarmes; *e* Entoderma; *om Vena-omphalo-mesenterica.*

Nervenwurzel, zum dorsalen Theile des Markes ging. Von einer vorderen Nervenwurzel war dagegen nichts wahrzunehmen.

Die Extremitätenanlagen waren so beschaffen wie junge Anlagen hinterer Extremitäten des Hühnchens und auch ebenso gelagert. Abgesehen von der wenig weit in sie hineinreichenden Muskelplatte, bestanden dieselben aus einer mächtigen Centralmasse von gleichmässigen rundlichen Zellen, die durch eine zarte Membran (HENSEN's *Membrana prima?*) gegen das bekleidende Hornblatt sich abgrenzten.

Von den Gebilden der ventralen Seite fallen besonders die grosse, nun einfache *Aorta descendens* in die Augen, dann die starken Urogenitalwülste an der hinteren Bauchwand mit den Urnierenanlagen und der *Vena cardinalis*, endlich der geschlossene Darm mit einem kurzen dicken Gekröse und einer mächtigen *Arterie* und einer ebensolchen *Vene* in den vorderen Theilen seiner Faserwand (*Art.* und *Vena-omphalo-mesenterica*). Ausserdem fanden sich an der Umbiegungsstelle der seitlichen Leibeswand in die vordere Bauchwand zwei Nabelvenen, die stärker waren als die *Venae omphalo-mesentericae*.

Hintere Rumpfgegend.

In der hinteren Rumpfgegend (Figg. 98 und 99) ist vor Allem bemerkenswerth die eigenthümliche Stellung der seitlichen Leibeswände

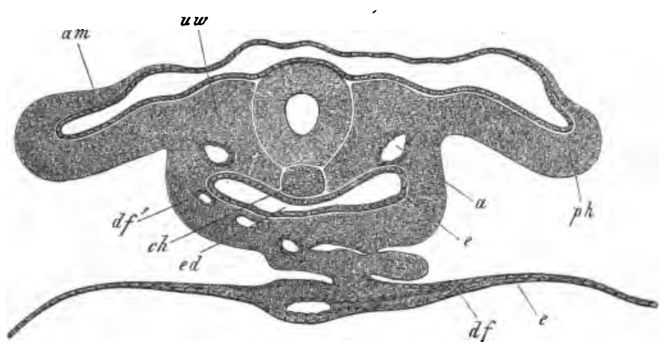


Fig. 98.

oder der Hautplatten *ph* und die Beschaffenheit des Amnion, dessen Hautplatte an den die Leibeswand angrenzenden Theilen von mächtiger Dicke ist. Dickwandig und reichlich mit Gefässen versehen ist auch die vordere Wand (*df'*) des Enddarmes *ed*, während derselbe hinten

Fig. 98. Querschnitt durch die hintere Darmpforte eines Kaninchenembryo von 9 Tagen (bez. VIII). Vergr. 115mal. *uw* Urwirbel; *am* Amnion; *ph* Hautplatte der seitlichen Leibeswand; *ed* Enddarm; *e* Entoderma desselben; *df'* Darmfaserplatte der vorderen Wand des Enddarmes, mit Gefässlücken; *a* Aorta; *df* Darmfaserplatte des Blastoderma; *e'* Endoderma desselben; *ch* Chorda.

einer besonderen Wand entbehrt, und sein Epithel, das Entoderma (*ee*), unmittelbar an die Enden der *Aortae descendentes* (*ao*), die Urwirbel (*uw*) und die Chorda (*ch*) angrenzt. Von Urnieren und Urnierengängen war nichts zu sehen, doch sind die letzteren in vorderen Schnitten dieses Embryo vorhanden und vielleicht auch die Anlagen der ersteren da.

Von demselben Embryo, und nur drei Schnitte weiter rückwärts, stammt der Querschnitt Fig. 99, der als wichtigstes Novum einen frühen

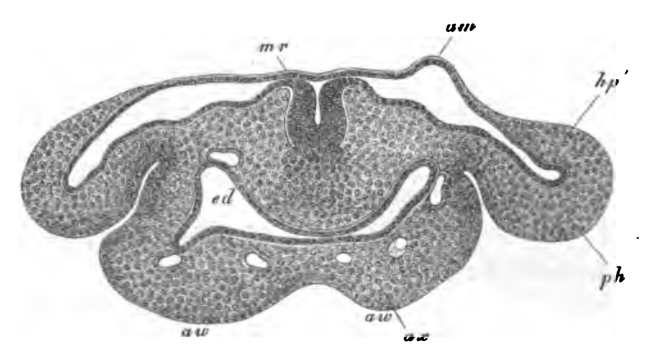


Fig. 99.

Zustand der Allantois zeigt, in welchem dieselbe, wie aus den folgenden Längsschnitten Figg. 100 und 101 hervorgeht, anfänglich einen dicken Wulst am hintersten Ende des Embryo darstellt. Diese Allantoisanlage ist, wie schon Flächenbilder (Fig. 173 meiner Entwicklungsgeschichte) lehren, in einem frühen Stadium doppelt, wenigstens am vorderen Ende in zwei Höcker auslaufend, und diese zeigt auch der Querschnitt ganz deutlich bei *aw*, *aw*. Bemerkenswerth ist ferner an dieser Figur der Zustand der Axengebilde. Einmal ist das Medullarrohr hier noch offen, oder der primitive Zustand der Rückenfurche da, und zweitens findet sich auch keine Chorda mehr, und an der Stelle derselben eine Zellenmasse, die einerseits mit den Theilen zusammenhängt, die weiter vorn die Urwirbel darstellen, andererseits aber auch ohne Grenze in die tieferen Zellen der Medullarplatte übergeht. Somit ist hier beim Kaninchenembryo ein ähnlicher Zustand vorhanden, wie er in früheren Zeiten bei der Axenplatte oder dem Primitivstreifen sich findet (siehe oben Fig. 91), oder, noch genauer angegeben, dasselbe Verhältniss, das der Endwulst beim Hühnchen und auch beim Kaninchen

Allantois.

Fig. 99. Querschnitt durch den vorderen Theil der Allantoisanlage des Embryo der Fig. 98. Vergr. 115mal. Buchstaben wie dort. Ausserdem: *aw* Allantoiswulst; *mr* offenes Medullarrohr; *ax* Axenplatte; *hp'* dicke Hautplatte am Ausgangspunkte des Amnion.

zeigt (Fig. 191 meiner Entw.-Gesch.), in welchem ebenfalls die Chorda, Medullarplatte und Urwirbelplatten in Eine Zellenmasse sich vereinen.

Sehr wichtige Aufschlüsse über die Allantois des Kaninchens geben Längsschnitte, wie sie die Figg. 100 und 101 darstellen. Fig. 100 zeigt, dass die Allantois in erster Linie eine Wucherung des hintersten Theiles der Parietalzone des Embryo ist, nahe an der Stelle, wo dieselbe, von der Stammzone ausgehend, den Umschlagsrand zu bilden beginnt, der zur Entstehung des Enddarmes und der vorderen Beckenwand

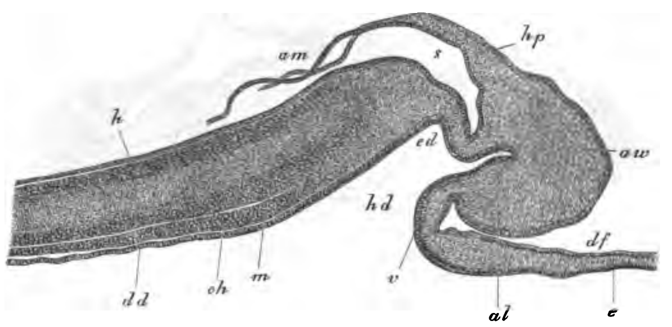


Fig. 100.

führt. Diese Wucherung *aw* ist so gelagert, dass anfänglich die hintere Amnionfalte von ihr ausgeht, im weiteren Verlaufe jedoch rückt die Allantoisanlage mehr und mehr auf die ventrale Beckenwand über, von welchem Vorgange die Fig. 101 ein Zwischenstadium zeigt. Die ganze Allantoisanlage ist eine Wucherung des Mesoderma in einer Gegend, wo die Hautplatte der Parietalhöhle am hinteren Ende des Embryo an die Darmfaserplatte angrenzt, und liesse sich somit auch der Mittelplatte am hinteren Ende des Embryo zurechnen, von welchen Verhältnissen, wenigstens was die primitiven Zustände angeht, die beim Hühnchen gegebene Fig. 49 eine gute Vorstellung giebt. Der eben angelegte Allantoiswulst *aw* enthält im Inneren eine kleine Ausstülpung des Enddarmes *al* und besteht durch und durch aus Zellen, wie sie das Mesoderma charakterisiren, d. h. theils rundlichen, theils sternförmigen Elementen, zwischen denen sehr früh zahlreiche Gefässe auftreten, die bald dem ganzen Wulst einen entschieden schwammigen Charakter verleihen.

Fig. 100. Längsschnitt des hinteren Leibesendes eines Kaninchenembryo von 9 Tagen. Vergr. 76 mal. *ed* Enddarm; *hd* hintere Darmpforte; *al* Allantoishöhle; *aw* Allantoiswulst; *dd* Darmdrüsenblatt des Mitteldarmes; *ch* Chorda, in das mittlere Keimblatt auslaufend; *m* Medullarrohr, nach hinten auslaufend; *h* Hornblatt; *s* Schwanzende des Embryo; *hp* Hautplatte des Amnion *am*; *v* vordere Wand des Enddarmes, Umbiegungsstelle in das Blastoderma, das aus der Darmfaserplatte *df* und dem Entoderma *e* besteht.

Wie die Allantoishöhle und der Allantoiswulst, die anfänglich ganz nach hinten stehen, nach und nach an die ventrale Seite der hinteren Leibeswand zu liegen kommen, zeigt deutlich die Fig. 101, und ergiebt sich zugleich, dass in dieser Beziehung die Verhältnisse beim Kaninchen ebenso sind, wie beim Hühnchen.

Kopf.

Zum Kopfe übergehend ist vor Allem zu bemerken, dass derselbe bei jüngeren Embryonen des Kaninchens durch die Entstehung des Herzens aus zwei getrennten, weit von einander abstehenden Hälften ein ganz besonderes Gepräge erhält. Was schon im Flächenbilde (s. die Figg. 77 und 79) so sehr auffallend schien, ergiebt sich an Querschnitten noch viel fremdartiger, und verweise ich vor Allem auf die Figg. 102 und 103, welche Querschnitte von dem Embryo der Fig. 77 stammen, zur Darlegung dieser Verhältnisse.

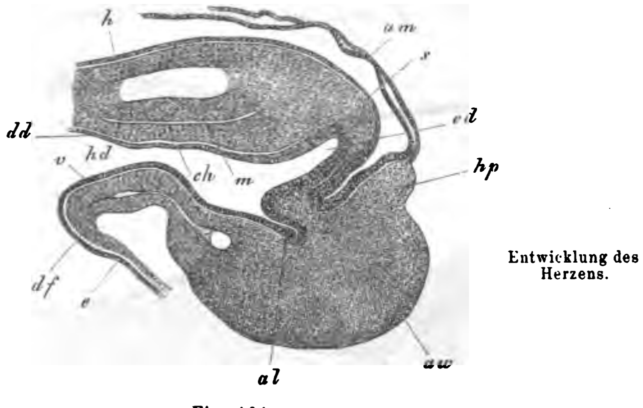


Fig. 101.

Entwicklung des Herzens.

Die Fig. 102 giebt eine Totalansicht der Herzgegend des Kopfes und zeigt die Stelle der beiden Herzanlagen *h* und *h'* zur mittleren Region, in welcher das Medullarrohr noch weit offen ist, deutlich. Die genaueren Beziehungen der einzelnen Theile zu einander erkennt man jedoch erst aus der Fig. 103. Hier zeigt die Mitte die dicke Medullarplatte *mp* in Gestalt eines weit offenen Halbcanals (*rf*), oder die Anlage des Gehirns, an welcher die Ränder oder die Rückenwülste (*rw*) dicker sind, als der Boden. Unter der Medullarplatte zeigt das Entoderma scheinbar eine Verdickung *dd*, welche nichts anderes ist als die platte Chorda mit dem sehr dünnen, unter ihr gelegenen Darmdrüsenblatte oder Entoderma. Seitlich davon und grösstentheils unter der Medullarplatte gelegen, finden sich die Urwirbelplatten des Kopfes und diese gehen dann ohne Abgrenzung in die Seitenplatten (*sp*) über, welche in ihrem äusseren, ungemein verdickten und abwärts gekrümmten Theile die Herzanlage tragen. Prüft man diese letztere Gegend an einem guten Schnitte genauer, so ergiebt sich folgendes. Erstens findet sich hier

Fig. 101. Längsschnitt des hinteren Leibesendes eines Kaninchenembryo von 9 Tagen. Vergr. 78mal. Buchstaben wie in Fig. 100.

innerhalb des Mesoderma eine Spalte (*ph*), die der Parietalhöhle oder Halshöhle des Hühnchens entspricht, welche das Herz umschliesst, mit dem grossen Unterschiede jedoch, dass die Parietalhöhlen des Kaninchens anfänglich weit von einander getrennt sind. Die Begrenzungen dieser Parietalhöhle sind einerseits eine dünne Hautplatte (*hp*) und eine dickere Darmfaserplatte (*dfp*), von welchen die letztere in eine besondere Beziehung zur Herzanlage oder dem Endothelrohre des Herzens (*ihh*) tritt, indem sie eine besondere Hülle für dasselbe, die äussere

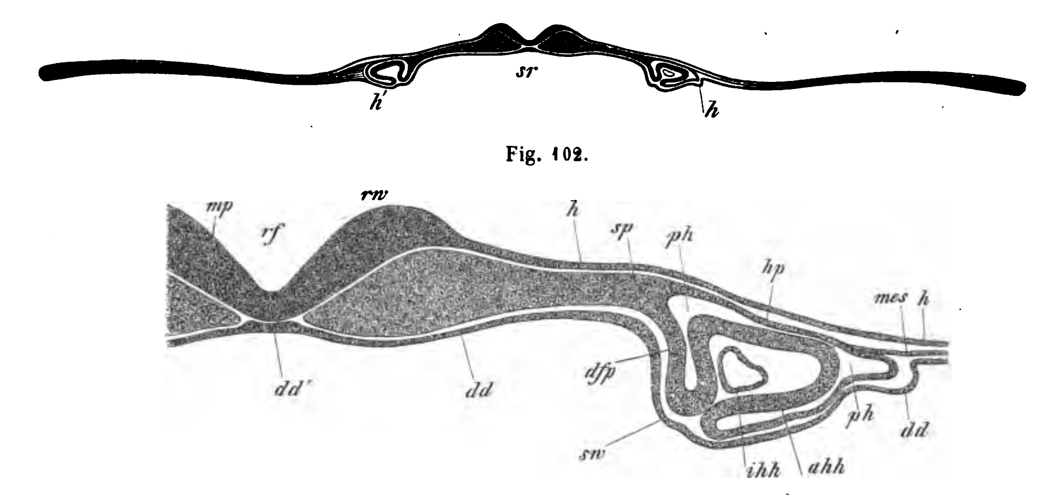


Fig. 102.

Fig. 103.

Herzhaut (*ahh*) erzeugt. Beide diese Theile müssen zusammen als Herzanlage aufgefasst werden, und da die äussere Herzhaut wie durch einen Stiel mit der Darmfaserplatte verbunden ist, so kann man auch sagen, dass jede der beiden Anlagen bereits ein *Mesocardium* besitzt, welches dem *Mesocardium posterius* des Hühnchens entspricht.

Mesocardium.

An der lateralen Seite der Parietalhöhle vereinigen sich die Hautplatte und die hier dünnere Darmfaserplatte, und ziehen als ungetheiltes

Fig. 102. Querschnitt durch den Kopf eines Kaninchenembryo von 8 Tagen und 14 Stunden, mit den angrenzenden Theilen des Blastoderma. Vergr. 48mal. *hh'* Anlagen des Herzens; *sr* Schlundrinne.

Fig. 103. Ein Theil der vorigen Figur, 152mal vergr. *rf* Rückenfurche; *rw* Rückenwülste; *mp* Medullarplatte, Anlage des Gehirns; *h* Hornblatt; *hp* Hautplatte; *dfp* Darmfaserplatte, sich fortsetzend in die äussere Herzhaut *ahh*; *ihh* innere Herzhaut (Endothelrohr); *ph* Parietalhöhle, die das Herz umschliesst; *mes* mittleres ungetheiltes Keimblatt jenseits der Herzanlage; *dd* Darmdrüsenblatt; *dd'* scheinbare Verdickung des Darmdrüsenblattes, aus der Chorda und einem Theil des Entoderma bestehend; *sw* Seitenwand des sich entwickelnden Schlundes.

Mesoderma in den Fruchthof, welcher jedoch hier sehr dünn ist und erst weiter nach aussen eine etwas grössere Dicke annimmt. Ja in gewissen Fällen wird selbst eine Verbindung der Wände der Parietalhöhle mit dem Mesoderma des Fruchthofes ganz vermisst.

Nachdem Herz und Kopf in der beschriebenen Weise angelegt sind, werden dieselben im Laufe des 9. Tages ihrer Vollendung entgegengeführt. In Betreff des Verschlusses des Medullarrohres und Schlundes und der Ausbildung des Gehirns findet sich nicht viel vom Hühnchen Abweichendes, mit Ausnahme einiger weiter unten noch zu erwähnender Verhältnisse, dagegen zeigen sich beim Herzen gewisse Eigenthümlichkeiten, die im Folgenden noch zu erörtern sind.

In erster Linie hebe ich hervor, dass beim Kaninchen auch nach der Bildung und dem vollkommenen Verschlusse des Schlundes die beiden Herzhälften noch eine Zeit lang getrennt bleiben, und dass überhaupt die Vereinigung der beiden Herzhälften in etwas anderer Weise sich macht, als beim Hühnchen. Geht man von dem Stadium der Fig. 103 aus, so finden sich zunächst eine Reihe von Stufen, die den Schlund in verschiedenen Graden des Verschlusses und die Herzhälften entsprechend genähert zeigen. Weiter folgt dann ein Zustand, in dem der Schlund bereits geschlossen, dagegen die Herzhälften sich noch nicht vereinigt haben, wie ihn die Fig. 104 vertritt. In diesem Querschnitte finden sich noch zwei vollkommen getrennte Parietalhöhlen *p* und Endothelschläuche *ih*, dagegen sind die beiden äusseren Herzhäute (*ah*), die von der Darmfaserplatte abstammen, im Begriffe mit einander zu verschmelzen, und

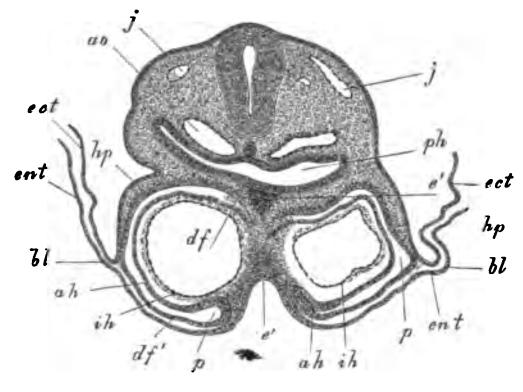


Fig. 104.

Fig. 104. Querschnitt durch die Herzgegend eines Kaninchenembryo von 9 Tagen. Vergr. 80mal. *ih* innere Herzhaut (Endothelrohr); *ah* äussere Herzhaut, übergehend in *df* die Darmfaserplatte des Schlundes *ph* und *df'* die Darmfaserplatte der späteren vorderen Wand der Parietalhöhle *p*; *ao* Aorta; *j Vena jugularis*; *e'* Fortsetzung des Entoderma des Schlundes und der vorderen Wand der Parietalhöhle in die Scheidewand zwischen beiden Herzhälften; *bl* Blastoderma, bestehend aus *ent*, dem Entoderma, und *ect*, dem Ectoderma; *hp* Hautplatte der seitlichen Leibeswand.

hat eine Vereinigung beim Entoderma wirklich stattgefunden. Somit wird die Scheidewand zwischen beiden Parietalhöhlen gebildet erstens von einem Reste des Entoderma *e'* und zweitens von dem Theile der äusseren Herzhaut, die in die Darmfaserplatte sich umbiegt.

Weiter verschmelzen dann die beiden Parietalhöhlen mit einander und werden zugleich mit dem Grösserwerden des Herzens geräumiger. Während dies geschieht, vereinigen sich auch die beiden Herzanlagen in der Art, dass ihre Endothelschläuche zusammenfliessen und die äusseren Herzhäute an der ventralen Seite unter einander verwachsen und von der Darmfaserplatte sich lösen. So wird das Herz an seiner ventralen Seite ganz frei, ohne jemals ein ausgesprochenes *Mesocardium inferius* gehabt zu haben, und entsteht eine selbstständige vordere Wand der nun einfachen Parietalhöhle, die wie beim Hühnchen aus der Darmfaserplatte und dem Entoderma besteht. Diese Wand setzt sich lateralwärts in das Blastoderma fort, und verhält sich schliesslich wie beim Hühnchen (s. Fig. 40). An der dorsalen Seite erhält sich dagegen die Verbindung des Herzens mit der Darmfaserplatte des Schlundes längere Zeit, und giebt die Fig. 105 eine deutliche Anschauung des hier befindlichen hinteren Herzgekröses (*mp*). In Betreff der weiteren Verhältnisse des eben gebildeten Herzens habe ich bei einem Kaninchenembryo von 10 Tagen eine Reihe von Erfahrungen gesammelt, die der Erwähnung nicht unwerth erscheinen, da vom Hühnerembryo ähnliche Verhältnisse, wenigstens bis jetzt, nicht bekannt geworden sind. Als ein Herz auf aufeinanderfolgenden Schnitten verfolgt wurde, ergab sich in der Gegend des *Bulbus aortae* das, was die Fig. 105 zeigt. In der Höhe der Kammern fand sich zum Theil ein *Mesocardium posterius,* und erfüllte

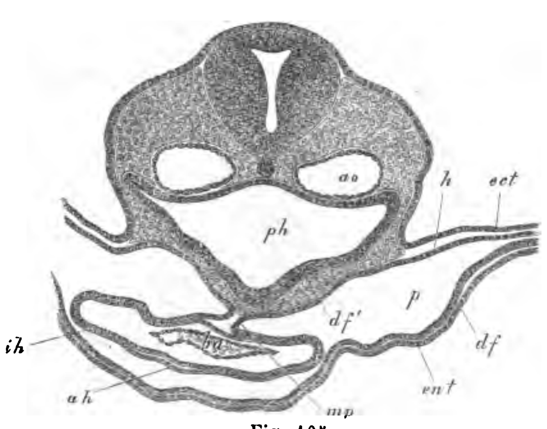


Fig. 105.

Fig. 105. Querschnitt durch die Herzgegend eines Kaninchenembryo von 10 Tagen, 119mal vergr. *ph* Pharynx; *ao Aorta descendens; df'* Darmfaserplatte des Schlundes; *mp Mesocardium posterius*; *ba Bulbus aortae; ah, ih* äussere und innere Haut desselben; *df* Darmfaserplatte der vorderen Wand der Parietalhöhle *p; ent* Entoderma derselben; *h* Hautplatte; *ect* Ectoderma.

das Herz als geräumiger Schlauch seine Höhle (die Parietalhöhle) einem guten Theile nach. Dagegen trat nun, sowie der Vorhof erschien, ein Novum auf, nämlich eine Verbindung der seitlichen Theile des Herzens mit der seitlichen Leibeswand, da wo diese eine starke Vene, die *Vena jugularis* (*j*) enthält, wie dies die Fig. 106 zeigt. Ich nenne diese Substanzbrücke, die natürlich dem mittleren Keimblatte angehört, und wahrscheinlich als eine ursprüngliche Bildung anzusehen ist, *Mesocardium laterale*, und lege auf dieselbe Gewicht, da sie einmal zur Ueberführung von Gefässen aus der Hautplatte zum Herzen dient, und ausserdem den untersten Theil der Halshöhle in drei Räume scheidet, die ich die hintere und die vordere Parietalhöhle nenne (*hp* und *vp*).

Mesocardium laterale.

Hintere Parietalhöhle.

Vordere Parietalhöhle.

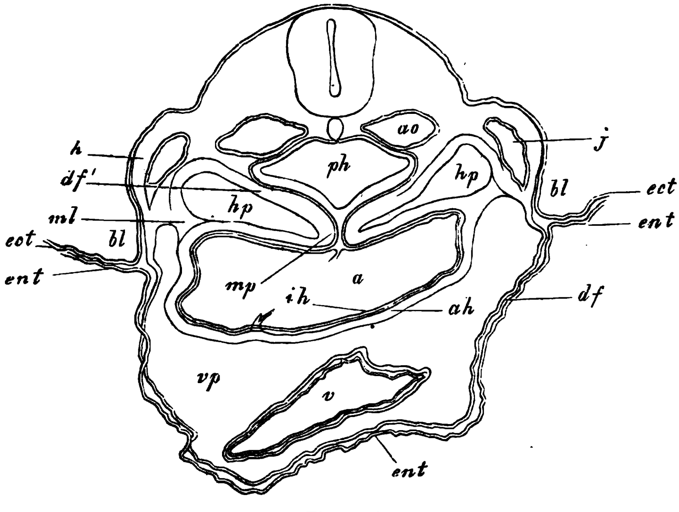


Fig. 106.

Zur Vervollständigung der Schilderung der Verhältnisse des Herzens des Säugethierembryo auf Schnitten, gebe ich nun noch in Fig. 107 einen Längsschnitt des Kopfes und Herzens eines Kaninchenembryo von 9 Tagen und 2 Stunden, dessen Verhältnisse ohne weitere Beschreibung klar sind. Nur möchte ich betonen, dass auch beim Säugethiere das mittlere Keimblatt nicht in die Kopfscheide des Amnion (*ks*) und in die Kopfkappe (*k k*) übergeht. Dasselbe zeigt der vorhin geschilderte Querschnitt Fig. 106, indem auch bei diesem der an den Embryo grenzende Theil des Blastoderma nur aus dem Ectoderma und Entoderma besteht.

Fig. 106. Querschnitt No. 19 durch die Herzgegend eines Kaninchenembryo von 10 Tagen. Vergr. 80mal. Buchstaben wie in Fig. 105. Ausserdem: *hp* hintere, *vp* vordere Parietalhöhle; *a* Vorhof; *v* Ventrikel; *bl* Blastoderma; *j V. jugularis*.

In Betreff der übrigen Verhältnisse des Kopfes, soweit sie auf die Sinnesorgane, das Gehirn und die Bildung des Gesichtes sich beziehen, verweise ich auf die später folgenden ausführlichen Beschreibungen bei den betreffenden Organen.

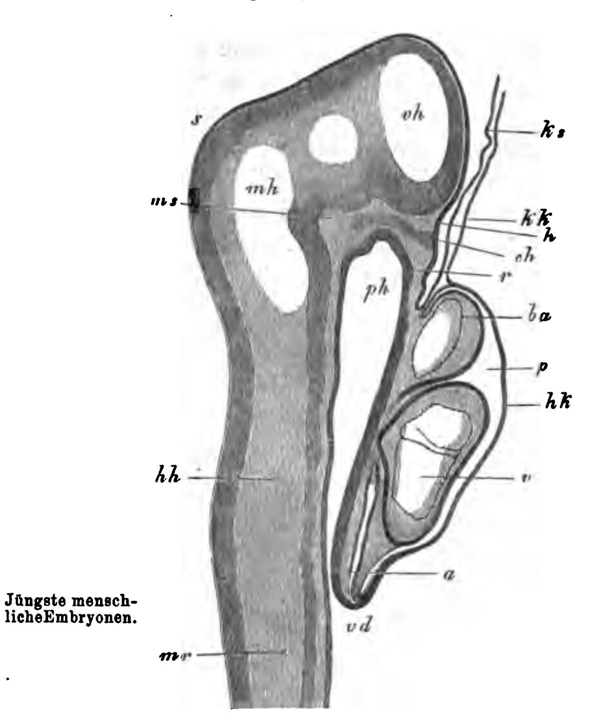


Fig. 107.

§ 17.

Erste Entwicklung des Menschen.

Jüngste menschliche Embryonen.

Die Beobachtungen über die ersten Gestaltungen des Menschen sind so spärlich, dass nicht von ferne daran gedacht werden kann, dieselben in ähnlicher Weise zu entwickeln, wie dies beim Hühnchen und bei den Säugethieren geschehen ist.

Aus der ersten Woche der Schwangerschaft, während welcher das Ei den Eileiter durchwandert und hier unzweifelhaft einen totalen Furchungsprozess durchmacht, besitzen wir keine zuverlässige Beobachtung. Dagegen liegen aus der zweiten Woche einige Angaben vor, die Erwähnung verdienen, obschon vielleicht auch keine derselben auf eine ganz normale Frucht sich bezieht.

Eier der 2. Woche.

Ei von Reichert.

Das jüngste bis jetzt beobachtete Ei wurde vor zwei Jahren von Reichert beschrieben, und schätzt er das Alter desselben auf 12—13 oder 13—14 Tage. Dasselbe wurde im Uterus einer Selbstmörderin in situ beobachtet und bestand aus einem blasenförmigen Gebilde von Linsen-

Fig. 107. Längsschnitt durch Kopf und Herz eines Kaninchenembryo von 9 Tagen und 2 Stunden. *ph* Schlund; *vd* vordere Darmpforte; *r* Rachenhaut; *p* Parietalhöhle; *hk* vordere Wand derselben (Herzkappe, Remak), aus dem Entoderma und der Darmfaserplatte bestehend; *a* Vorhof; *v* Kammer; *ba* *Bulbus aortae;* *kk* Kopfkappe, aus dem Entoderma allein bestehend; *ks* Kopfscheide des Amnion, aus dem Ectoderma allein bestehend; *mr* Medullarrohr; *vh* Vorderhirn; *mh* Mittelhirn; *hh* Hinterhirn; *s* Scheitelhöcker; *ms* mittlerer Schädelbalken Rathke's; *ch* vorderstes Ende der Chorda, an das Ectoderma anstossend; *h* leichte Einbiegung des Ectoderma, aus welcher später die Hypophysis sich bildet.

form von 5,5 : 3,3 mm, das etwa 4 mal vergrössert in der Fig. 108 von der Fläche, und in der Fig. 109 von der Seite dargestellt ist. Die Randzone dieses Bläschens trug einen reichen Besatz von Zöttchen, von denen die entwickeltsten 0,2 mm massen und auch zum Theil kurze Nebenästchen trugen. Von hier aus zogen sich die Zöttchen mit abnehmender Grösse eine Strecke weit auf die Uterinfläche des Bläschens fort, liessen jedoch hier eine kreisförmige Fläche von 2,5 mm frei, die in der Mitte einen ebenfalls kreisförmigen trüben Fleck zeigte. An der entgegengesetzten Fläche des Bläschens, die etwas gewölbter war, fehlten dagegen die Zöttchen ganz und gar.



Fig. 108.



Fig. 109.

Bezüglich auf den Bau dieser »bläschenförmigen Frucht« ermittelte Reichert Folgendes. Nirgends, weder äusserlich noch im Innern, war die geringste Spur einer embryonalen Bildung, etwa einer Primitivrinne oder der Rückenfurche, oder gar eines deutlichen Embryo mit einem Gefässhofe zu entdecken. Vielmehr bestand das betreffende Ei einfach aus einer zarten Membran von epithelialer Beschaffenheit, von welcher die ebenso beschaffenen Zöttchen ausgingen. Nur in der Gegend des trüben Fleckes an der Uterinfläche des Eies fand sich innen an der genannten Lage eine dünne Schicht kleinerer, feinkörniger, kernhaltiger, polyedrischer Zellen. Von einer *Zona pellucida* war nichts zu sehen. Dagegen war das Innere mit faserig-häutigen Bildungen erfüllt, welche Reichert als Gerinnsel ansieht.

Diesen Thatsachen zufolge deutet Reichert das fragliche Ei als Keimblase und die doppelblättrige Stelle desselben als Fruchthof oder Embryonalfleck, eine Auffassung, deren Richtigkeit kaum zu beanstanden ist, wenn man die innere Lage als Entoderma deutet. Eine andere Frage dagegen ist, ob das betreffende Ei ein vollkommen normales war, und hebe ich vor Allem hervor, dass das Vorkommen von Zotten bei einem befruchteten Eie ohne Embryonalanlage und ohne Amnion Bedenken erregt. Bei allen Säugethieren, bei denen bis jetzt Zotten an den Eihüllen gefunden wurden, treten dieselben erst nach der Bildung

Fig. 108 und 109. Menschliches befruchtetes Ei (bläschenförmige Frucht Reichert) von 12 — 13 Tagen, von der Fläche und von der Seite etwa 4mal vergr. An der Flächenansicht ist das zu sehen, was Reichert für den Embryonalfleck hält.

des Amnion an der äusseren Lamelle der Keimblase auf, die die seröse Hülle heisst, niemals vorher. Da jedoch die Möglichkeit nicht bestritten werden kann, dass die Keimblase schon früher Zotten entwickle, und sogar beim Kaninchen, wie ich fand, der zottenbildende Theil der Keimblase schon sehr bald sich verdickt und als von mir so genannter Ectodermawulst auftritt, so scheint es mir doch gewagt, der REICHERT'schen Beobachtung nach dieser Seite Bedenken entgegenzustellen, und bin ich für mich bereit, dieselbe für einmal, und solange als nicht bestimmte Erfahrungen Anderes lehren, nicht anzuzweifeln. In diesem Falle hätte man dann anzunehmen, dass der Embryo auf der zottenfreien Mitte der Uterusfläche der Keimblase entsteht und dass hier, nach der Bildung des Amnion und der serösen Hülle, später auch Zotten entstehen, ebenso wie auf der gegenüberliegenden zottenfreien Stelle, indem nicht zu bezweifeln ist, dass alle etwas älteren menschlichen Keimblasen oder Eier, wie man dieselben hier nennt, ringsherum mit Zotten besetzt sind. Und zwar finden sich solche Zotten schon vor der Bildung des Nabelstranges und der Allantois, wie die gleich zu schildernden Eier von THOMSON lehren, die in dieser Beziehung jetzt erst verständlich werden.

Ausser dieser Erfahrung von REICHERT besitzen wir noch mehrere andere über menschliche Eier, die noch keinen Embryo enthielten. Dieselben waren alle kugelrunde, rings mit Zotten besetzte kleine Bläschen, und zeigten die besser erhaltenen unter denselben, von denen auch ich eines untersuchte, innerhalb einer epithelialen, die Zotten tragenden Lage eine bindegewebige Schicht, die nur von der Allantois oder dem Amnion abstammen kann, wesshalb anzunehmen ist, dass in denselben der Embryo zwar angelegt wurde, aber nachher zerfiel.

Von jüngsten Eiern mit Embryonen, die noch auf einem grossen Dottersacke aufliegen und keine Allantois und keinen Nabelstrang besitzen, kennen wir nur zwei sichere Fälle von THOMSON. Ein erstes Ei (Fig. 110) von 12—13 Tagen und 6,6 mm Grösse zeigte im Innern des mit kleinen Zotten besetzten Chorion einen grossen Dottersack und auf diesem einen Embryo von 2,2 mm Länge, der mit seinem vorderen und hinteren Ende schon etwas vom Dottersacke abgeschnürt war, mit seinem mittleren Theile dagegen unmittelbar auf demselben auflag und mit seinen Rändern in denselben sich fortsetzte, somit noch keinen Darm besass. Aus dem von THOMSON angegebenen Umstande, dass der Embryo mit seinem Rücken an die äussere Eihaut festgeheftet war, lässt sich schliessen, dass auch das Amnion schon da war, wesshalb auch die äussere Eihaut als seröse Hülle zu deuten ist.

Erstes Ei von THOMSON.

Die zweite Beobachtung von THOMSON bezieht sich auf ein Ei von 13,2 mm Grösse (Figg. 111, 112), das wahrscheinlich jünger ist als das

Zweites Ei von THOMSON.

vorige, jedoch durch eine abnorm grosse Eihaut sich auszeichnet. Im Innern der zottentragenden Eihaut fand sich Flüssigkeit und eine kleine Blase von 2,2 mm Grösse, welche die Anlage eines 2,2 mm grossen Embryo zeigte, der eine sehr deutliche, in der Mitte schon im Schliessen begriffene Rückenfurche und starke Rückenwülste und an der Bauchseite das Herz erkennen liess. Auch von diesem Embryo giebt übrigens

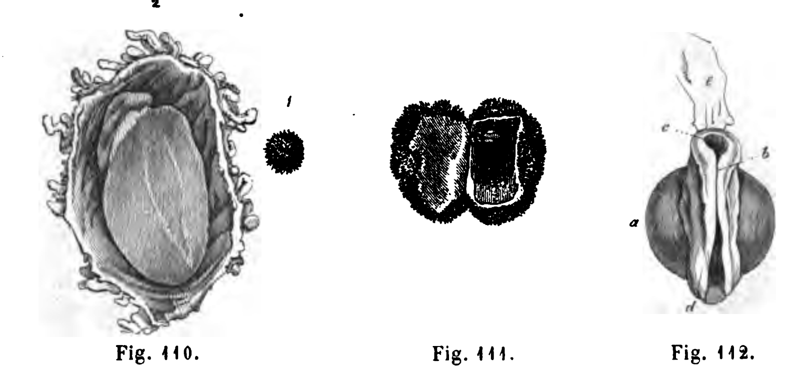


Fig. 110. Fig. 111. Fig. 112.

Thomson wieder an, dass er mit dem Rücken am Chorion festsass, und liegen somit mit Bezug auf die Deutung der äusseren Eihaut die Verhältnisse wie in dem vorigen Falle.

Nun folgen Eier, bei denen der Embryo ein Amnion, Dottersack und Allantois zeigt; doch besitzen wir leider keine sichern Beobachtungen von einem menschlichen Eie mit freier Allantois, d. h. von einem solchen, bei dem die Allantois noch nicht an das Chorion festgewachsen und der Nabelstrang noch nicht angelegt war.

Eier der 3. Woche.

Von Eiern mit Nabelstrang aus der dritten Woche der Schwangerschaft ist ein von Coste beschriebenes unstreitig das vollkommenste und am genauesten beobachtete von allen menschlichen Eiern aus früherer Zeit. Das Ei selbst, dessen Alter Coste auf 15—18 Tage schätzt, war 13,2 mm gross und rings mit kürzeren, leicht ästigen Zöttchen besetzt. Im Innern befand sich ein ziemlich grosser Raum und an Einer Stelle

Fig. 110. Menschliches Ei von 12—13 Tagen, nach Thomson. 1. Nicht geöffnet in natürlicher Grösse, 2. geöffnet und vergrössert.

Fig. 111. Menschliches Ei von 15 Tagen, nach Thomson, in natürlicher Grösse geöffnet, um den grossen Innenraum und den kleinen Embryo zu zeigen.

Fig. 112. Embryo dieses Eies vergrössert. *a* Dottersack; *b* Nackengegend, wo die Rückenfurche schon geschlossen ist; *c* Kopftheil des Embryo mit noch offener Rückenfurche; *d* hinteres Ende, wo dasselbe der Fall ist; *e* hautartiger Anhang, vielleicht ein Theil des Amnion.

der Embryo mit Amnion und Dottersack durch einen kurzen Nabelstrang an das Chorion befestigt (Fig. 113). Der Embryo von 4,4 mm Länge (Figg. 113, 114) war leicht nach dem Rücken zu gekrümmt mit abgeschnürtem vorderem und hinterem Ende, von denen jedoch ersteres, wenigstens in dem eigentlichen Kopftheile, nur wenig verdickt sich zeigte,

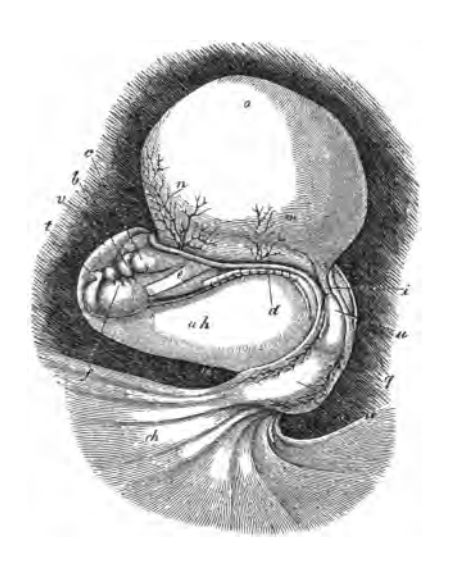


Fig. 113.

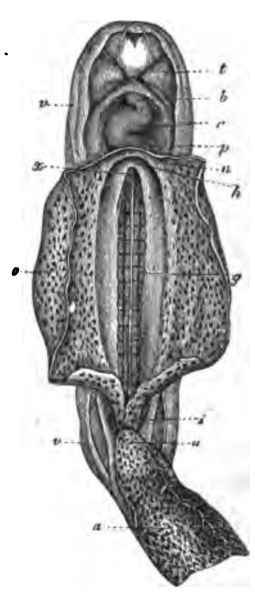


Fig. 114.

wogegen die Halsgegend, wo das *S* förmige Herz seine Lage hatte, stärker vortrat und der massigste Theil des Embryo war. Am Herzen selbst erkennt man die dasselbe umschliessende Halshöhle (Parietalhöhle) und

Fig. 113. Menschlicher Embryo mit Dottersack, Amnion und Nabelstrang von 15—18 Tagen, nach COSTE, vergr. dargestellt. *b* Aorta; *c* Herz; *d* Rand der weiten Bauchöffnung; *e* Oesophagus; *f* Kiemenbogen; *i* Hinterdarm; *m Arteria omphalo-mesenterica; n Vena omphalo-mesenterica*; *o* Dottersack, dessen Gefässe nicht ausgezeichnet sind; *u* Stiel der Allantois (*Urachus*); *a* Allantois mit deutlichen Gefässen, als kurzer Nabelstrang zum Chorion *ch* gehend; *v* Amnion; *ah* Amnionhöhle.

Fig. 114. Derselbe Embryo von vorn stärker vergrössert, mit geöffnetem und grösstentheils entferntem Dottersacke. *a* Allantois, hier schon Nabelstrang; *u* Urachus oder Stiel desselben; *i* Hinterdarm; *v* Amnion; *o* Dottersack oder Nabelblase; *g* primitive Aorten, unter den Urwirbeln gelegen, die weisse Linie ist die Trennungslinie zwischen beiden Gefässen; *x* Ausmündung des Vorderdarmes in dem Dottersack; *h* Stelle, wo die *Vena umbilicalis* und die *Venae omphalo-mesentericae n* zusammentreffen, um in's Herz einzumünden; *p* Pericardialhöhle; *c* Herz; *b* Aorta; *t* Stirnfortsatz.

den *Bulbus aortae* (Fig. 114 *b*), dagegen sind die Vorkammern und Kammern (bei *c*) noch kaum von einander zu unterscheiden. Am Kopfe zeigen sich Andeutungen von Kiemenbogen und Kiemenspalten (Schlundspalten, Fig. 113 *f*) ziemlich weit vorn, doch sind die letzteren noch nicht durchgebrochen. Bei der Ansicht von unten (Fig. 114) sieht man ferner am Kopfe vor den ersten Kiemenbogen, die ziemlich deutlich sind, einen conischen unpaaren Fortsatz ganz nach vorn zu, den Stirn- oder Nasenfortsatz, und zwischen diesem Fortsatze und den vordersten Kiemenbogen eine Grube, die in der Bildung begriffene Einstülpung, die später zur Mundhöhle wird. Der Bauch des Embryo ist weit offen, und steht der ungestielte, 2,75 mm grosse Dottersack (in Fig. 114 geöffnet dargestellt) in grosser Ausdehnung in offener Verbindung mit dem Darme, von dem nur der Anfangsdarm, dessen Ausmündung in den Mitteldarm in der Fig. 114 bei *x* zu sehen ist, und der Enddarm *i* entwickelt sind. Am hinteren Leibesende findet sich die Allantois (*u*) in Form eines Stranges, der durch einen breiten Stiel (*a*), den späteren Urachus, mit dem Enddarme und, wie es scheint, auch noch mit der vorderen Beckenwand zusammenhängt und dann in die äussere Eihaut, die jetzt Chorion heissen kann, sich verliert, dessen innere Lamelle sie bildet. Wie weit die Höhle der Allantois und die epitheliale innere Lamelle derselben sich erstreckte, darüber hat Coste nichts mitgetheilt. Am Dottersacke und der Allantois sind Gefässe bemerklich. Am Dottersacke zwei *Arteriae omphalo-mesentericae* rechts und links ziemlich in der Mitte (Fig. 113 *m*) und zwei *Venae omphalo-mesentericae* mehr nach vorn (Fig. 113 *n*); ebenso sieht man Gefässe an der Allantois, welche auch in die hautartige Ausbreitung derselben am Chorion übergehen, hier jedoch nur mit dem Mikroskope wahrzunehmen sind. Das Amnion geht von den Rändern der grossen Bauchhöhle aus, umhüllt ziemlich genau die untere Seite des Kopfes, steht aber vom Rücken sowie vom hinteren Leibesende weit ab und bildet mit seinem hintersten Theile auch eine unvollkommene Scheide für die hintere Seite des Stieles der Allantois. Von Extremitäten, Augen- und Gehörbläschen ist an diesem Embryo noch keine Spur zu sehen, ebenso meldet Coste nichts von Wolff'schen Körpern, welche jedoch sehr wahrscheinlich angelegt waren, dagegen will er zwei ziemlich grosse Aorten (Fig. 114 *g*) zu beiden Seiten der mittleren Theile des Leibes gesehen haben, die aber nicht besonders deutlich hervortraten.

Das Chorion dieses Eies besitzt eine gefässhaltige innere Lamelle, welche ich mit Coste als Ausbreitung der Allantois auffasse; die äussere Lamelle ist epithelialer Natur und trägt hohle, leicht verästelte Zotten, in welche die gefässhaltige Lage noch nicht eingeht.

Embryo vom Ende der 3. Woche.

Gegen den Schluss der 3. Woche treten sehr namhafte Veränderungen der Embryonen auf (Fig. 115). In der äusseren Leibesform fällt vor Allem die Krümmung des Kopfes und Leibes, das erste Auftreten der Extremitäten und eines Schwanzes und die gute Ausbildung der Kiemenbogen und Kiemenspalten auf, die beide in der vollen Zahl 4 vorhanden sind. Ferner unterscheidet man jetzt auch die primitiven Nasengrübchen und die ersten Anlagen der Augen und Gehörgruben, deren genauere Verhältnisse jedoch noch von Niemand untersucht wurden. Von inneren Organen ist jetzt die Leber angelegt und der Wolff'sche Körper deutlich, ferner der Darm vom Dottersacke abgeschnürt und das Herz mit seinen Hauptabtheilungen erkennbar.

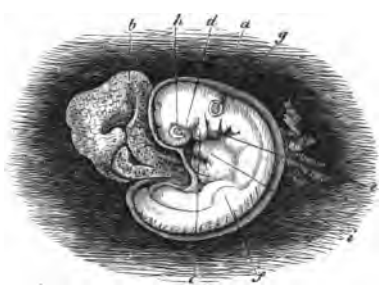


Fig. 115.

Die Eihüllen anlangend, so ist das Chorion überall gefässhaltig, und gehen die Gefässe nun auch in die Zotten ein; der Nabelstrang ist kurz mit zwei Arterien und zwei Venen, der Dottersack gross und breitgestielt, das Amnion dem Embryo dicht anliegend.

Hierher zähle ich 1) den Embryo von Coste (Pl. II, *a*) von 20—21 Tagen (s. d. Tafelerklärung), mit einer Reflexablase von 4,2 : 3,0 cm und einem Chorion von 2,7 cm; 2) den hier abgebildeten Embryo von Thomson, Grösse des Eies (*chorion*) 2,7 cm, des Embryo 4,5 mm, des Dottersackes 3,3 mm, 3) den Embryo von R. Wagner (Icon. phys. 2. Aufl. Taf. XXV, Fig. V), Grösse der Reflexa 19 mm, des Chorion 13 mm, des Embryo 4,5 mm; des Dottersackes 2,8 mm; 4) den Embryo von Hensen (l. s. c.) von 4,5 mm.

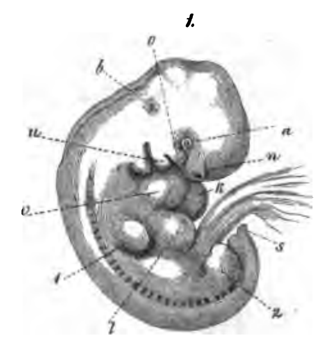
Embryonen der 4. Woche.

Embryonen der 4. Woche besitzen noch einfache Geruchsgrübchen, dagegen bilden sich die Kiemenspalten nach und nach auf zwei und die Kiemenbogen auf drei zurück. Die Extremitäten sind grösser, schaufelförmig, aber ohne Gliederung, die Schwanzspitze deutlich. Die Leber ist grösser und bewirkt einen deutlichen Vorsprung am Bauche; der Darm ist geschlossen und bildet eine kleine Schleife, von welcher der Gang des nun deutlich gestielten Dottersackes, der *Ductus omphalo-mesen-*

Fig. 115. Embryo eines menschlichen Eies vom Ende der dritten oder Anfange der vierten Woche nach A. Thomson vergrössert. *a* Amnion; *b* Dottersack, *c* erster Kiemenbogen, Unterkieferfortsatz; *d* Oberkieferfortsatz desselben Bogens; *e* zweiter Kiemenbogen, hinter dem noch zwei kleinere sichtbar sind. Spalten sind drei deutlich, zwischen dem 1. und 2., 2. und 3. und 3. und 4. Bogen; *f* Anlage der vorderen Extremität; *g* primitives Ohrbläschen; *h* Auge; *i* Herz.

tericus, ausgeht. Ausser den schon genannten innern Organen sind nun auch die Lungen und der Magen angelegt.

Jüngere Embryonen dieser Zeit schildern 1) Coste (Pl. III), Chorion 17,3 mm, Embryo 9,25 mm, Dottersack 5,8 mm; 2) Waldeyer (Stud. d. phys. Inst. zu Breslau H. III), Chorion ohne Zotten gemessen 19,0 mm, Embryo 8,0 mm; 3) A. Thomson (m. Entwicklungsgesch. 2. Aufl. Fig. 232), Embryo in der Krümmung gemessen 11,0 mm; 4) A. Ecker (Taf. XXVI, Fig. I), Embryo 9,0 mm. Vom Schlusse der 4. Woche stammt 1) meine Fig. 116, Embryo 13 mm, Dottersack 9,0 mm; 2) Coste Pl. III a.



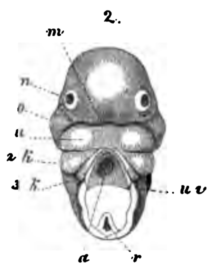


Fig. 116.

Embryonen des 2. Monates.

Der zweite Monat ist durch wichtige äussere Veränderungen ausgezeichnet. Anfangs noch stark gekrümmt, beginnt der Embryo vor Allem am Rumpfe sich zu strecken. Das Gesicht entwickelt sich durch Bildung der Nasenfurche, Vortreten der Stirnfortsätze, Verwachsen der Oberkieferfortsätze mit den äusseren und inneren Nasenfortsätzen, doch bleibt die äussere Nase noch platt. Die Kiemenspalten und die hinteren Kiemenbogen vergehen, doch erhält sich der dorsale Theil der ersten Spalte als Anlage der äusseren Ohrmündung. Die Extremitäten ferner gliedern sich deutlich, und erscheinen am Ende dieses Monats auch die Finger- und Zehenanlagen. Herz- und Lebergegend schwellen an und der Kopf tritt stärker vor. Die Schwanzspitze vergeht nach und nach. Die Geschlechtsöffnung erscheint und die ersten Spuren der äusseren Genitalien. Von inneren Organen legen sich in diesem

Fig. 116. Menschlicher Embryo von vier Wochen und 13 mm Länge, vergr. 1. in der Seitenansicht. Das Nabelbläschen, das einen ganz kurzen Stiel hatte, $^2/_3$ der Grösse des Embryo besass und auf der linken Seite seine Lage hatte, ist nicht dargestellt. 2. Kopf desselben Embryo von unten. *a* Auge; *n* Nasengrübchen; *o* Oberkieferfortsatz; *u* Unterkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; *b* leichte Erhebung, die die Stelle des Labyrinthes andeutet; *'v* rechte Vorkammer; *k* Kammer; *l* Leber; 1 vordere, 2 hintere Extremität; *s* schwanzartiges Leibesende; *m* Mundspalte; 2*k* zweiter, 3*k* dritter Kiemenbogen; *uv* untere Vereinigungshaut, hier als Bekleidung des Herzens erscheinend, das abgeschnitten ist; *a* in Fig. 2 Aorta; *r* Mark, etwas verzerrt. Die Gegend zwischen den letztgenannten zwei Theilen in 2 nicht ausgezeichnet, weil hier eine Nadel zu Fixirung durchgestossen war.

Monate an: Zunge, Kehlkopf, Thyreoidea, Thymus, Pancreas, Nieren, Nebennieren, Geschlechtsdrüsen.

Das Chorion ist rings mit Zotten besetzt, der Nabelstrang kurz und dick und nicht gewunden. Derselbe enthält eine oder mehrere Dünndarmschlingen, ferner die epitheliale Blase der Allantois und im Anfange dieses Monates auch 2 Nabelvenen. Der Dottersack ist gross, der Dottergang und seine Gefässe deutlich, das Amnion weiter.

5. Woche. Die einzelnen Wochen dieses Monats sind schwer zu unterscheiden. In die 5. Woche fällt das erste Auftreten der Nasenfurche, die Anlage der Zunge und der beginnende Verschluss der ersten Kiemenspalte (Fig. 118), die scharfe Abgliederung von Hand und Fuss, das erste Deutlichwerden von Knie und Ellenbogen, das Auftreten der Cloakenmündung. Kiemenbogen sind noch zwei vorhanden. Der Embryo der

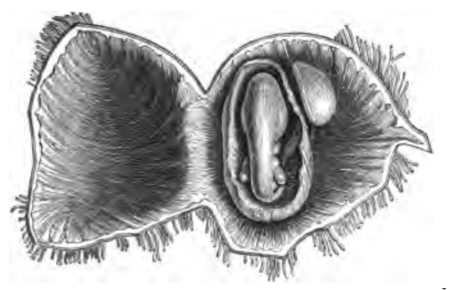


Fig. 117.



Fig. 118.

Figur 118 misst 8,5 mm, der Dottersack 4,5 mm. In dieselbe Zeit gehören die Abbildungen von Ecker Taf. XXVI, Figg. III, IV, V, VII, VIII, IX und X, deren Grössen mit Ausnahme der Figg. IV und X, auf 9, 12, 8, 10 und 11 mm angegeben sind.

6. Woche. Die erste Kiemenspalte ist bis auf die äussere Ohröffnung zu, an der Hand werden die Fingeranlagen sichtbar, die Nasenfurche verwächst und die Mundöffnung gestaltet sich zu einer grossen queren Spalte, in der die Zungenspitze frei sichtbar ist; die Genitalwülste treten auf, die Kiemenbogen sind verschwunden. Freies Schwanzende noch vorhanden.

Fig. 117. Ei aus der 5. Woche, geöffnet. 2mal vergrössert. Man sieht das Chorion mit den Zotten und demselben anliegend die *Membrana intermedia*, dann das geöffnete Amnion, innerhalb desselben den Embryo von der Rückseite und den Nabelstrang. Zwischen Amnion und Chorion der Dottersack.

Fig. 118. Embryo dieses Eies 4mal vergr. Aeusserer Nasenfortsatz und Oberkieferfortsatz sind fast ganz verschmolzen. Nasengrube und Mundspalte durch die Nasenfurche verbunden. An der ersten Kiemenspalte der hintere Theil als Ohröffnung sichtbar, der vordere Theil zu.

Einen solchen Embryo von 16 mm Länge von 35 Tagen stellt nach Coste die Fig. 119 dar, andere von 13 und 14 mm die Figg. XI und XII der Tafel XXVI und Fig. V auf Taf. XXVII von Ecker, ferner die Taf. V a von Coste (Embryo von 17 mm und 40 Tagen) und dessen Taf. V c, meine Fig. 127. (Embryo von 15 mm und 40 Tagen. Durchmesser der Reflexablase 47 mm, des Chorion mit den Zotten 33 mm, des Dottersackes 6,3 mm, des Amnion 20,0 mm. Länge des Nabelstranges 12,5 mm, des freien Theiles des Dotterganges 22,0 mm.)



Fig. 119.

7. und 8. Woche.

In der 7. und 8. Woche wächst der Embryo bis zu 20 mm und streckt sich mehr. An den Extremitäten treten die ersten zwei Abschnitte deutlich hervor, die Finger trennen sich, am Fusse erscheinen die Zehenanlagen; das äussere Ohr ist noch spaltenförmig, tritt aber mehr vor und bekommt einen Rand, die Augenlider bilden sich, lassen aber das Auge noch weit unbedeckt, an dem das Pigment des *Corpus ciliare* mit blossem Auge zu sehen ist. Das Gesicht ist angelegt, aber die Nase noch kaum vorspringend, die Lippen treten wenig vor, der Gaumen ist noch gespalten. Hierher zählt meine Fig. 120 (Embryo von 19,3 mm Länge und 8 Wochen); Ecker's Fig. XIII auf Taf. XXVI (Embryo von 7 Wochen und 21 mm, Amnion von 26 mm, Dottersack von 6,5 mm), desselben Autors Fig. VI auf Taf. XXVII

Fig. 119. Menschlicher Embryo von 35 Tagen von vorn nach Coste. 3 linker äusserer Nasenfortsatz; 4 Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; 5 primitiver Unterkiefer; *z* Zunge; *b Bulbus aortae*; *b'* erster bleibender Aortenbogen, der zur *Aorta ascendens* wird; *b''* zweiter Aortenbogen, der den *Arcus aortae* giebt; *b'''* dritter Aortenbogen oder *Ductus Botalli; y* die beiden Fäden rechts und links von diesem Buchstaben sind die eben sich entwickelnden Lungenarterien; *c'* gemeinsamer Venensinus des Herzens; *c* Stamm der *Cava superior* und *Azygos dextra; c''* Stamm der *Cava sup.* und *Azygos sinistra; o* linkes Herzohr; *v* rechte, *v'* linke Kammer; *a e* Lungen; *e* Magen; *j Vena omphalo-mesenterica sinistra*; *s* Fortsetzung derselben hinter dem Pylorus, die später Stamm der Pfortader wird; *x* Dottergang; *a Art. omphalo-mesenterica dextra*; *m* Wolff'scher Körper; *i* Enddarm; *n Arteria umbilicalis*, *u Vena umbilicalis;* 8 Schwanz; 9 vordere, 9' hintere Extremität. Die Leber ist entfernt.

(Embryo von 7½ Wochen und 16,1 mm) und Figur VIII (Embryo von 8 Wochen und 20,9 mm).

Embryonen des 3. Monates.

Embryonen des 3. Monates characterisiren sich durch die gute Ausbildung der Extremitäten, vor Allem von Hand und Fuss, an denen das Nagelbett deutlich zu werden beginnt. Der Kopf streckt sich und tritt der Hals hervor, so dass die Schulter bald nicht mehr dem Unterkiefer anliegt, wie am Anfange dieses Monates. Am Auge schliessen sich schon in der ersten Hälfte dieses Monates die Lider, die Nase tritt vor, die Ohrmuschel bildet ihre Hauptabtheilungen. Brust und Bauch ragen weniger hervor als früher. Die Cloakenmündung trennt sich in der 9. und 10. Woche in Geschlechts- und Darmöffnung, und sind in der 2. Hälfte dieses Monates die äusseren Geschlechtsorgane deutlich als männliche oder weibliche zu erkennen, indem die Rinne an der unteren Seite des Penis sich schliesst und die Scrotalfalten verwachsen. Am Chorion bildet sich der Unterschied zwischen *Chorion frondosum* und *Chorion laeve* aus. Der Nabelstrang wird länger, windet sich und ziehen sich die Darmschlingen aus ihm heraus.



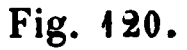






Fig. 120. Fig. 121. Fig. 122.

Die Fig. 121 stellt einen Embryo der 9. Woche von 21 mm dar, der noch in Vielem an die Embryonen des 2. Monates erinnert. Schon abweichender ist der Embryo der 10. Woche Fig. 122 mit einer Länge von 3,8 cm, und in der Fig. 170 ist ein Embryo der 12. Woche von 5,4 cm Rumpflänge dargestellt. Gute Abbildungen 3monatlicher Embryonen haben auch Ecker (Taf. XXVII, Fig. IX) und Erdl (Tab. XI) mit Längen von 5,5, 4,4 und 5,0 cm.

Fig. 120. Menschlicher Embryo der 8. Woche 2mal vergr.

Fig. 121. Menschlicher Embryo der 9. Woche in natürlicher Grösse.

Fig. 122. Menschlicher Embryo der 10. Woche in natürlicher Grösse. Zwischen Bein und Steiss ist der Penis sichtbar.

Der Embryo zeigt in seinem Aeusseren wesentlich dieselben Verhältnisse wie im 3. Monate, nur dass alle Theile grösser werden. An den männlichen Geschlechtsorganen erscheint die erste Spur des *Praeputium* in Form eines ringförmigen Wulstes hinter der *Glans*; bei weiblichen Embryonen treten die grossen Schamlippen mehr hervor und nehmen die *Clitoris* zwischen sich. **4. Monat.**

In diesen Monaten ist das Auffallendste die Entwicklung der Haut. Die Wollhaare, *Lanugo*, brechen gegen das Ende des 5. Monates zuerst an den Augenbrauen und an der Stirn durch, und bis zum Ende des 6. Monates ist der ganze Körper mit denselben bedeckt. Zugleich beginnt auch die Bildung der Fruchtschmiere, *Vernix caseosa*, in schwachen Anfängen. Die Nägel werden härter und die Hautdrüsen entwickeln sich. Im Anfange des 5. Monates bei Embryonen von 10—11 cm Rumpflänge bildet sich das *Praeputium* vollständig aus. Die *Clitoris* steckt nun ganz zwischen den *Labia majora*, die Nymphen sind noch klein, das Hymen schmal, tief im Grunde des Vorhofes verborgen. Mit dem Beginne des 6. Monates erscheinen die ersten Bewegungen des Embryo. **5. und 6. Monat.**

Der Embryo ist noch kaum lebensfähig, die Haut roth, mit *Vernix caseosa* bedeckt. An den weiblichen Genitalien treten die Nymphen stark hervor und erscheinen wie zwei von den *Labia majora* unbedeckte Klappen, die von einer Commissur zur andern reichen und am oberen Ende unmittelbar in das *Frenulum* und *Praeputium* der ganz verborgenen kleinen *Glans clitoridis* übergehen. Das *Hymen* ist grösser, aber noch im Vorhofe verborgen. Die Hoden treten in den Leistenkanal. **7. Monat.**

Die *Vernix caseosa* nimmt zu, an der Nase und um den Mund finden sich den Comedonen und dem Milium ähnliche Zustände der Talgdrüsen (s. Küstner, Arch. f. Gynaek. Bd. XII), das Kopfhaar vermehrt sich, ein Theil der *Lanugo* stösst sich ab. Die Augenlieder lösen sich, die Pupillarhaut schwindet, die Hoden steigen ins *Scrotum*. An den weiblichen Genitalien wird das *Hymen* grösser und treten die immer noch sehr langen (hohen) Nymphen etwas in die Tiefe. **8. 9. 10. Monat.**

Tabelle
über Grösse und Gewicht der Embryonen in verschiedenen Altern.*)

	Rumpflänge	Gesammtlänge	Gewicht
	in Centimetern.		in Grammen.
1. Monat.			
3. Woche	0,45		
4. Woche	0,8—1,1		
2. Monat.			
5. Woche	0,85—1,28		
6. Woche	1,3—1,7		
7. 8. Woche	1,6—2,1		
3. Monat.	2,1—6,8	6—11 Ecker.	11 Hecker.
		7—9 Hecker.	3—13 ich.
4. Monat.	6,9—9,0	14—16 E.	57 Hecker.
		10—7 H.	25—50 ich.
5. Monat.	9,7—14,7	19—28 E.	284 H.
		18—27 H.	72—256 ich.
6. Monat.	15,0—18,7	26—37 E.	634 H.
		28—34 H.	265–489 ich.
7. Monat.	18,0—22,8	35—38 H. E.	1218 H.
			517–860 ich.
8. Monat.	24—27,5	41—42 E.	1569 H.
		39—41 H.	
9. Monat.	27—30	42—65 H.	1971 H.
		42—64 E.	
10. Monat.	30—37	45—67 H.	2334 H.

*) Obschon es gebräuchlich ist, bei Embryonen die gesammte Länge vom Scheitel bis zur Sohle anzugeben, so ist doch unzweifelhaft die Messung der Rumpflänge (bei jüngsten Embryonen die Messung der entferntesten Körperpunkte) richtiger, weil bei Embryonen des 1. und 2. Monates nur diese sich messen lässt und auch im 3. und 4. Monate die Beine nicht leicht gestreckt werden können. Ich habe übrigens auch die Gesammtlängen nach Ecker (Arch. f. Anthr. Bd. 3) und Hecker (Monatsschr. f. Geburtsk. Bd. 27) beigegeben. Die Gewichte sind nach Hecker (Mittelzahlen der Gewichte frischer Fötus) und eigenen Beobachtungen (Bestimmungen an Spirituspräparaten) mitgetheilt, und erklären sich die bedeutenden Unterschiede der beiderlei Bestimmungen z. Th. aus den Verschiedenheiten des Beobachtungsmateriales (Embryonen nehmen in Spiritus, je nach der Stärke desselben, um 3—5 % im Mittel, 1—14 % in den Extremen ab), z. Th. aus den abweichenden Schätzungen des Alters. In dieser Beziehung fehlen übrigens genauere, auf sicheres statistisches Material gegründete Angaben ganz und gar. Die besten Kriterien sind gewisse Entwicklungszustände, wie das erste Hervorsprossen der Haare, die Bedeckung des ganzen Körpers mit Wollhaaren u. s. w., die bei den einzelnen Monaten nach sorgfältiger Prüfung zu Grunde gelegt wurden.

Reifer Fötus und Neugeborener.

Anmerkung. Ich füge nun noch einige Bemerkungen über den reifen Fötus und den Neugeborenen bei, hauptsächlich mit Rücksicht auf die Bedürfnisse des Arztes, indem zu einer ausführlichen anatomischen Schilderung dieses Lebensalters hier nicht der Ort ist und auch manches, was die Geburtslehre behandelt, wie die Durchmesser des Kindskopfes, die Fontanellen u. s. w., nicht besprochen werden kann.

Skelett.

1. Skelett. Zur Zeit der Geburt sind von ganzen Knochen noch knorpelig der 2.—4. Steissbeinwirbel, seltener auch der erste, alle Stücke des *Carpus*, die *Patella*, die Fusswurzelstücke mit Ausnahme des *Calcaneus* und *Astragalus* und manchmal auch des *Cuboideum*. Ferner fehlen Neben- und Epiphysenkerne am ganzen Skelette mit einziger Ausnahme des unteren Epiphysenkernes im *Femur*, der in der grossen Mehrzahl der Fälle vor der Geburt sich bildet und im Mittel 0,5 cm misst. Bei den Knochen, die aus mehreren Hauptabschnitten sich bilden, wie den Wirbeln, gewissen Schädelknochen, dem Brustbeine, sind zur Zeit der Geburt einmal gewisse Gegenden noch knorpelig, wie die *Lamina perpendicularia* des Siebbeins, der *Processus ensiformis* des *Sternum* und der *Arcus anterior atlantis*, und zweitens die bereits verknöcherten Theile noch alle unvereinigt, mit Ausnahme des Keilbeines, bei dem nur noch die *Alae magnae* getrennt sind, und des Brustbeins, bei dem inconstante Verschmelzungen der Kerne des Körpers vorkommen.

Von sonstigen Eigenthümlichkeiten des Skelettes des Neugeborenen erwähne ich den Mangel einer bestimmten Form oder Krümmung der Wirbelsäule, die geringe Weite der Brusthöhle und der Beckenhöhle, welche letztere bei beiden Geschlechtern sich gleich verhält, das Ueberwiegen des Schädels über das Gesicht, die geringe Ausbildung (*Sinus ethmoidalis, maxillaris*) oder der Mangel (*Sinus frontalis, sphenoidalis*) der Nebenhöhlen der Nase, der unvollkommene Zustand des Felsenbeins (*Annulus tympanicus*, Mangel des *Processus mastoideus*, unvollkommene Ausbildung der Hauptkanäle), die besondere Gestaltung der Kiefer an ihren Rändern und im Innern, die Grösse der *Orbita*, die gute Ausbildung des Labyrinthes im Ohre.

Nervensystem.

2. Nervensystem und Sinnesorgane. Das Rückenmark hat seine Spitze im 3. Lendenwirbel, und reicht auch der Sack der *Dura* im Kreuzbeine bis zum 4. Wirbel.

Das Gehirn ist so entwickelt, dass dasselbe alle Hauptwindungen und auch viele Nebenwindungen zeigt und schwer zu sagen ist, in wie weit dasselbe etwa noch von dem des Erwachsenen verschieden ist. Die Hirnhöhlen sind relativ weit, die Adergeflechte gross. Gewicht des Gehirns 385 grm.

Auge.

Das Auge ist beim Neugeborenen relativ gross und beträgt dem Gewichte nach etwa $^1/_3$ — $^1/_4$ desjenigen des Erwachsenen. Die *Sclera* ist dünn, die Hornhaut dicker als beim Erwachsenen, die Aderhaut sehr dünn und ohne *Lamina fusca*. In der Pupille können Reste der *Membrana pupillaris* vorkommen. An der Netzhaut fehlt der gelbe Fleck. Die Linse besitzt gewölbtere Flächen als später, der Linsenstern ist dreistrahlig.

Geruchsorgan.

Vom Geruchsorgane erwähne ich nur die Enge der Nasenhöhle und vor Allem ihren geringen vertikalen Durchmesser, ferner die deutliche Ausprägung des *Organon Jacobsonii* und des *Canalis nasopalatinus*.

Gehörorgan.

Beim Gehörorgane verdient die Kürze des Gehörganges und die fast horizontale Stellung des Trommelfells Beachtung, ferner die Enge der Höhlen im mittleren Ohre, die erst nach der Geburt durch Schwinden der Gallert-

schicht der *Mucosa* sich erweitern. Das knöcherne Labyrinth und die *Ossicula auditus* sind der Grösse nach vollkommen ausgebildet.

Aeussere Haut.

Die Haut des Neugeborenen ist meist von einer dicken Lage *Vernix caseosa* bedeckt und röther als später. Die Comedonen und Milium ähnlichen Bildungen im Gesichte sind noch vorhanden. Von Haut-Organen erwähne ich nur die Milchdrüsen beider Geschlechter, die bei allen grösseren Neugeborenen von 3,5—4,0 Kilo und darüber als heller oder dunkler rothe Organe scharf gegen das umliegende Gewebe sich abgrenzen. Die Warze ist entweder noch nicht gebildet oder nur sehr schwach angedeutet und die spätere *Areola* ungefärbt. Die Nägel, besonders der Finger, haben einen mehr weniger langen freien Rand, der, wenn gut ausgebildet, dem Nagel des 6. Monates entspricht und später sich abstösst.

Muskelsystem.

3. Muskelsystem. Ich hebe hier vor Allem die noch unvollkommene Ausbildung der vorderen Bauchwand hervor, indem die *Recti* über dem Nabel 1—2 cm und mehr von einander abstehen. Als fernere Eigenthümlichkeiten, die jedoch durchaus nicht immer zutreffen, werden angegeben: die Stärke der *Inscriptiones* der *Recti abdominis*, der Mangel einer Zwischensehne am *Omo-hyoideus*, die relative Grösse der *Pyramidales*.

Die *Ossa sesamoidea* sind angelegt, aber noch knorpelig.

Darmkanal.

4. Darmsystem. a. Darmcanal. Die Lippen zeigen eine scharfe Grenzlinie zwischen der Schleimhaut und der äusseren Haut und am Saume der ersteren mehrere Reihen hervorragender Papillen, die am Mundwinkel am dichtesten stehen (KLEIN), Verhältnisse, die schon bei älteren Embryonen sichtbar sind. Am Zahnfleische finden sich in der Gegend der späteren Eckzähne eigenthümliche platte, dreieckige, jedoch nicht immer gut entwickelte Fortsätze der *Mucosa* (ROBIN und MAGITOT), die vielleicht beim Saugen mithelfen und um den 3.—4. Monat undeutlich werden Die Kiefer enthalten alle 20 Milchzähne und den 1. grossen bleibenden Backzahn in Ossification begriffen. Von den bleibenden Zähnen sind die Säckchen der Schneidezähne und Eckzähne meist beim Neugeborenen zu erkennen, die andern nicht, mit welchem Ausspruche über das erste Auftreten der Anlagen dieser Säckchen nichts ausgesagt sein soll.

Die Zunge zeigt die *Papillae circumvallatae* auffallend deutlich und lässt häufig auch die *Papilla foliata* als ein gut abgegrenztes Gebilde erkennen. Die *Papillae filiformes* sind klein, die *fungiformes* gut ausgebildet und besonders an der Zungenspitze mächtig entwickelt. Am Rande der Zunge erscheinen die späteren Querleisten als zierliche Reihen kleiner Papillen, die noch auf die untere Fläche übergehen und dann scharf sich abgrenzen. Am Boden der Mundhöhle ist der Kamm, der die Ausmündungen der kleineren Speicheldrüsen trägt (*Crista salivalis inferior mihi*), ungemein entwickelt, weniger derjenige der Zungendrüse an der Zunge (*Crista salivalis superior*). Die *Glandulae sublinguales* bedingen einen starken Wulst am Boden der Mundhöhle. Am harten Gaumen finden sich am vorderen Theile gut entwickelte Querfalten und eine deutliche Gaumenpapille (GEGENBAUR).

Im *Pharynx* erscheinen die Tonsillen meist in Form senkrecht stehender Taschen mit zahlreichen Oeffnungen in der Tiefe, die von vorn her wie durch eine Falte theilweise bedeckt werden. Der weiche Gaumen steht mehr horizontal, und zeigt die Zäpfchenspitze meist noch eine deutliche Spaltung. Die Tubenmündung ist mehr spaltenförmig und etwas tiefer gelegen als der Boden

der Nasenhöhle (KUNKEL). Das Schlundkopfgewölbe ist wenig gewölbt und die *Recessus pharyngis* kaum angedeutet, dagegen die *Tonsilla pharyngea* in Gestalt einer Gruppe sagittal stehender, bogenförmig gekrümmter Spalten und die Balgdrüsen der Zungenwurzel gut entwickelt.

Am Magen fällt die geringe Entwicklung des Blindsackes auf, die jedoch mannigfach variirt.

Der Dünndarm misst beim Neugeborenen 2,93 m, der Dickdarm 0,448 m; Verhältniss $6^{1}/_{2}$: 1. Die *Valvulae Kerkringii* sind niedrig. Die *Valvula Bauhini* ist nichts als das in Form einer kurzen Röhre in den Dickdarm vortretende *Ileum*. Das *Coecum* steht hoch, in gewissen Fällen selbst noch im rechten *Hypochondrium*, ist klein, mehr kegelförmig und geht unmittelbar in den langen Wurmfortsatz über, an dem die Klappe fehlt. Dickdarm im oberen Theile häufig nicht viel weiter als der Dünndarm, im untern Abschnitte durch Meconium ausgedehnt. *Haustrae* und *Taeniae* von aussen sichtbar. Innen fehlen gut ausgebildete *Valvulae sigmoideae*, dagegen finden sich viele, zum Theil netzförmig verbundene Längsfalten. Mastdarm weit, meist mit zwei oder drei gut ausgesprochenen, je den halben Umfang des Darmes einnehmenden Ringfalten in 3 — 4 cm Entfernung vom Anus und einer Verdickung der Ringmuskulatur an dieser Stelle. Unterhalb dieser Falten findet man oft vier stärkere und vier schwächere Längsfalten, die in die schon deutlichen *Columnae Morgagnii* auslaufen.

Peritonaeum.

Das Bauchfell zeigt den Netzbeutel weit offen, und lässt sich das *Omentum majus* in seiner ganzen Ausdehnung nach unten und bis in seine äussersten Ränder, das *Ligamentum pleurocolicum* und das *Omentum colicum Halleri* aufblasen. Das erstgenannte Ligament ist beständig und gut entwickelt, so dass die Milz wie in einer Nische gelagert ist. Von den kleinen Bauchfelltaschen fehlt die *Fossa phrenico-hepatica* nach HENLE, und ist die obere *Fossa ileo-coecalis* nach WALDEYER immer da. *Omentum majus* und *Colon transversum* sind so verbunden, dass man in der Mehrzahl der Fälle deutlich erkennt, dass das Netz vor dem *Colon* vorbeigeht.

Kehlkopf.

b) Respirationsorgane. Der Kehlkopf ist auffallend durch die Kürze der Stimmbänder und der *Plicae ary-epiglotticae*, sowie durch die Kleinheit und die starke Krümmung des Kehldeckels. Die Morgagni'schen Taschen sind vorhanden und 1—2 mm tief. Zwischen den Taschenbändern und dem Kehldeckel stehen auf einem besonderen, weit am Kehldeckel heraufreichenden, leicht vertieften Felde zahlreiche kleine Längsfalten.

Trachea.

Lungen.

Die Luftröhre ist vor dem Athmen platt gedrückt und selbst vorn etwas vertieft. Die hintere Wand ist äusserst schmal und bilden die Knorpel fast vollständige Ringe. Bei den Lungen verdient Beachtung ihre Lage im hinteren Abschnitte des Thoraxraumes, so dass das Herz und die *Thymus* vorn ganz frei liegen und die Lungen diese Organe nur seitlich berühren. Doch sind die beiden Pleurahöhlen schon jetzt in viel grösserer Ausdehnung angelegt, und schieben sich die Lungen, so wie das erste Athmen eintritt, einfach vor und decken das Herz je länger je mehr. Vor dem Athmen sind die Lungen röthlich und von der Consistenz der *Thymus*, der sie auch durch die deutliche Sonderung der Läppchen 2. und 3. Ordnung gleichen. Mit dem Athmen wird die Farbe heller und die Consistenz schwammig. Die *Bronchien* des reifen Fötus sind eng und enthalten Schleim und die Pleurahöhlen etwas *Serum*. Gewicht des Organes bei Todtgeborenen 40 grm, bei Neugeborenen, die geathmet

haben, 70 grm. Verhältniss des Lungengewichtes zum Körpergewichte im Allgemeinen, Ausnahmen abgerechnet, bei Todtgeburten 1 : 67—70, nach geschehener Athmung 1 : 32—41. Der Thoraxraum ist beim reifen Fötus kurz, und steht der höchste Theil des Zwerchfelles rechts in der Höhe des Ansatzes der 4. Rippe an's Brustbein, links etwas tiefer, dem 4. Intercostalraume gleich.

Thymus. Die Grösse der *Thymus* beim Neugeborenen ist bekannt, doch schwankt dieselbe innerhalb sehr bedeutender Grenzen von 5—25 grm und beträgt im Mittel 13,7 grm. Die grösste *Thymus*, die ich beim Neugeborenen sah, ging links bis über die Lungenspitze, die sie von ihrer Stelle verdrängte, und hatte den linken *Phrenicus* vor sich. Farbe etwas heller als die der Lunge des reifen Fötus. Beachtung verdient ausserdem, dass die oberen Hörner des Organes häufig bis an die Schilddrüse heranreichen und selbst noch etwas hinter derselben heraufragen, ferner dass dieselben von der Hauptmasse des Organes getrennte, nur durch Bindegewebe mit ihr verbundene Theile (Nebenthymus?) darstellen können.

Thyreoidea. Die Schilddrüse ist braunroth, unverhältnissmässig gross und 6,5 grm schwer. Leber. Die Leber des Neugeborenen ist dunkel braunroth und relativ viel grösser als später, was sich vor Allem in der grossen Ausdehnung des linken Lappens ausspricht, der bis über die Magengegend und die Milz herüberragt und mit dem *Lig. triangulare sinistrum* selbst an der linken *Pars costalis diaphragmatis* festsitzen kann. Ferner ragt die Leber erheblich (um 2,5 bis 4,0 cm) über die Rippenknorpel hervor und kann selbst bis in die Nähe des Nabels oder sogar etwas unter denselben herabgehen. Endlich ist das Organ auch dicker und an der oberen Seite, wegen der stärkeren Wölbung des *Diaphragma,* convexer. Mit dem Eintreten des Athmens erfährt die Leber eine rasche Verminderung an Grösse und Gewicht, was daher rührt, dass nun auf einmal der Blutzufluss von Seiten der Umbilicalvene wegfällt, ein Verhalten, das zur Aufstellung der sogenannten Leberprobe, *Docimasia hepatis*, geführt hat, deren Brauchbarkeit vorläufig bei den grossen Schwankungen des Lebergewichtes Neugeborener und dem Mangel einer sorgfältigen Statistik eine sehr geringe ist. Gewicht: 77—123 grm.

Gallenblase. Die Gallenblase ragt gewöhnlich nicht über den Rand der Leber vor. In Einem Falle trat ihr Grund an der convexen Leberfläche in einer kreisförmigen Lücke der Lebersubstanz zu Tage.

Pancreas, Milz. Vom *Pancreas* und der Milz ist kaum etwas besonderes zu melden, als dass ersteres bald graugelb, bald röthlich gefärbt und wegen der Zartheit der Netze und des *Mesocolon transversum* leichter sichtbar ist. Gewicht des *Pancreas* 3,2 grm, der Milz 11,1 grm.

Herz. 5. Gefässsystem. Das Herz des reifen Fötus ist im Mittel 24 grm schwer und zeichnet sich durch die stärkere Entwicklung der rechten Kammer aus, deren Muskulatur derjenigen des linken Herzens nahezu gleich kommt und die meist auch an der Bildung der Herzspitze sich betheiligt. Im Innern findet sich das *Foramen ovale*, eine grosse *Valvula foraminis ovalis* und *Valvula Eustachii.* Capacität der linken Kammer 6—7 cm, der rechten 8—10 cm (HIFFELSHEIM und ROBIN).

Herzbeutel. Der Herzbeutel ist mit dem *Diaphragma* lockerer verwachsen, als später.

Die Lungenarterien sind eng (4,0 mm), der *Ductus Botalli* weit (6,8 mm). Gefässe.

Die Nabelarterien erscheinen als unmittelbare Fortsetzungen der *Artt. hypogastricæ* und sind weiter als die *Iliacæ externæ*. Es messen in mm: *Aorta* über der Theilung 6,0—7,0; *Iliaca communis* 4,0—5,0; *Umbilicalis* 3,0—4,5; *Iliaca externa* 2,5—3,0. Die *Vena umbilicalis* giebt, bevor sie den *Sulcus transversus hepatis* erreicht, eine Zahl Aeste an den linken und den viereckigen Lappen ab und verjüngt sich daher in der linken Leberfurche auffallend. Der *Ductus venosus* misst in mm 2,7—5,0, die *Vena portae* 3,3 bis 5,1, die *Umbilicalis* an der Leber 6,8—10,0, der rechte Ast derselben 4,0 bis 5,5, die *Cava* an der Leber 4,3—7,0 mm.

Geschlechts- u. Harnorgane. Nieren.

6. Geschlechts- und Harnorgane: Die Nieren des reifen Fötus zeichnen sich durch ihre relativ bedeutende Grösse und durch ihre höckerige Oberfläche aus, welche mehr weniger deutlich die früheren Lappen (*Renculi*) erkennen lässt. Beachtenswerth ist auch ihre tiefere Lage, so dass sie unterhalb der 12. Rippe stehen und den Hüftbeinkamm und selbst den Beckeneingang erreichen können. Von den inneren Verhältnissen ist zu erwähnen die geringe Mächtigkeit der Rindensubstanz und der fast ausnahmslose Mangel an Harnsäureablagerungen in den Papillen (Harnsäureinfarct) bei Neugeborenen, wogegen derselbe zwischen dem 2. — 8. Tage nach der Geburt in mindestens $^2/_3$ aller Fälle sich findet.

Gewicht einer Niere 6—10—15 grm; Verhältniss zum Körpergewicht beim Neugeborenen 1 : 82—100, beim Erwachsenen 1 : 225. Dicke der Rindensubstanz 1,80 mm, der Pyramiden 8,31 mm. Farbe der Niere hellroth, der Pyramiden dunkelroth, der Rinde gelblichroth.

Harnblase.

Die Harnblase ist meist spindelförmig und entsendet den *Urachus* vom Scheitel selbst und, allmälig sich verengernd, die Harnröhre vom unteren Ende aus, so dass um diese Zeit wohl von einem Halse, nicht aber von einem Grunde die Rede sein kann, doch giebt es Fälle, in denen die hintere Wand schon mehr ausgebuchtet ist als die vordere Wand und der *Urachus* etwas unter dem Scheitel abgeht. Die Länge des Organes beträgt über 6,3 cm, von denen der grösste Theil über der *Symphyse* im Bereiche der Bauchhöhle seine Lage hat. Die Mündung des *Urachus* ist manchmal noch als feinste Oeffnung, manchmal in Gestalt eines kleinen vorspringenden Röhrchens, anderemale gar nicht sichtbar. Die *Mucosa* bildet oben Längsfalten, unten mehr unregelmässige Faltenbildungen. Das *Trigonum* ist undeutlich.

Nebennieren.

Die Nebennieren sind immer noch unverhältnissmässig gross, ebenso gross oder nicht viel kleiner als beim Erwachsenen, 4—7 grm schwer. Ihr Verhältniss zur Niere ist 1 : 3—4 (beim Erwachsenen 1 : [illegible]—30). Die Marksubstanz ist rothbraun, die Rinde gelbweiss. Beide Organe und vor Allem die rechte Nebenniere besitzen an ihrer vorderen Fläche eine mehr weniger vollständige Bekleidung vom *Peritonaeum*.

Weibliche [illegible]

Von den weiblichen Geschlechtsorganen ist zunächst der hohe Stand des *Fundus uteri*, der die Symphyse erheblich überragt und die Lage der Eierstöcke in der *Fossa iliaca* im Bereiche des grossen Beckens erwähnt, womit auch die horizontale Lage der *Lig. rotunda* zusammenhängt. Die Eierstöcke sind lang und schmal und quergestellt. Die Tuben umgreifen dieselben und zeigen sowohl die *Fimbrien* als die Ampulle. Der Nebeneierstock ist klein.

Uterus. Die 2,6—3,6 cm lange **Gebärmutter** steht mehr nach vorn und ist in einzelnen Fällen Sförmig, so dass der obere Theil leicht nach vorn umgebogen ist. Dieselbe besteht zu $^2/_3$ oder $^3/_4$ aus dem Halse, und ist der obere Theil des Organes noch ganz unentwickelt. Ersterer, im Querschnitte cylindrisch, hat dicke Wände, während letzterer viel dünnwandiger und von vorn nach hinten abgeplattet oder im Querschnitte dreieckig mit hinterer mittlerer Kante gefunden wird. Der *Fundus* ist ziemlich scharf, manchmal mit einer leichten Einbiegung. Die *Portio vaginalis* ist gross, bis zu 0,6—1,0 cm lang, ihre vordere Lippe ist ebenso lang oder länger als die hintere Lippe. Oberfläche der Lippen meist mit Falten besetzt. Muttermund unregelmässig zackig. Höhle des *Cervix* mit zwei ungemein entwickelten *Plicae palmatae,* von denen aus zarte divergirende Längsfältchen in die kurze Höhle des Körpers und Grundes übergehen. In der Höhle des *Cervix* reichlicher glasartiger Schleim. Das Bauchfell überzieht an der vorderen Seite auch einen guten Theil des *Cervix* und ragt hinten oft bis gegen die Mitte der Scheide herab. Am Leistenkanale ist die Ausstülpung desselben, der *Processus vaginalis* oder *Canalis Nuckii,* in der Regel geschlossen.

Vagina. Die **Scheide** ist lang und weit, oben gerade und am unteren Viertheile in einem rechten Winkel geknickt. Ihre innere Oberfläche ist über und über mit Falten besetzt und ausserdem mit einem vorderen und hinteren Längswulste versehen, neben welchen auch zwei schwächere seitliche vorkommen können. Fehlen diese, so laufen die andern unten in je zwei Falten aus, die auch sonst manchmal vorhanden sind.

Hymen. Das *Hymen* ist deutlich die in das *Vestibulum* vortretende Scheidenwand, deren Länge hinten grösser ist als vorn.

Aeussere Organe. Von den **äusseren Genitalien** ist erwähnenswerth die Länge der Nymphen, die häufig von einer Commissur zur andern sich erstrecken, und die im Verhältniss zur Mitte des Fötallebens geringere Entwicklung der *Clitoris. Praeputium* und *Glans clitoridis* sind verklebt. Die Bartholini'schen Drüsen sind gut ausgebildet, und ihr Gang weit. Bei entwickelteren Neugeborenen ist der ganze Vorhof mit mannigfachen Falten und Crypten besetzt, unter denen oft zwei grosse zu beiden Seiten der Urethralmündung ihre Lage haben.

Männliche Organe. Hoden. Von den **männlichen Geschlechtsorganen** sind die **Hoden** absolut grösser als die Eierstöcke und haben ihren *Descensus* meist vollendet; Hodenparenchym blutreich, oft dunkelroth. Der Scheidenkanal ist, wenn die Hoden im *Scrotum* liegen, meist noch offen, doch kann er auch am Abdominalende zu, oder an beiden Enden offen und in der Mitte geschlossen sein.

Die **Samenbläschen** sind klein und von einfachem Baue, die *Prostata* ziemlich gut entwickelt mit deutlichem Samenhügel, die Cowper'schen Drüsen etwa 3 mm gross. Die *Corpora cavernosa* sind blutreich und ihre Muskeln gut ausgebildet. *Glans* und *Praeputium* werden immer in grösserer oder geringerer Ausdehnung verklebt gefunden, und fallen bei weit nach vorn reichender Verklebung die Lippen der Urethralmündung durch ihre rothe Farbe auf.

Das *Peritonaeum* steigt auch im männlichen Becken scheinbar tiefer herab, als später und bekleidet die Samenbläschen und häufig auch die *Prostata* zum Theil. Hierbei stehen die *Plicae Douglasii* am Beckeneingange und bilden wie eine einzige starkgebogene Falte (*Plica recto-vesicalis* Henle). Der Douglas'sche Raum ist somit sehr tief und in der Regel leer, doch sah ich in einem Falle Dünndarmschlingen in demselben.

§ 18.

Embryonalhüllen des Menschen im Allgemeinen, Chorion, Amnion, Vesicula umbilicalis, Vera, Reflexa.

Menschliche Eihüllen. Uebersicht.

Mit dem Namen Eihüllen, besser Embryonalhüllen, bezeichnet man alle organisirten Häute, welche den Embryo umhüllen und von ihm selbst oder vom Uterus erzeugt werden, und theilt man dieselben in fötale und mütterliche Hüllen ein. Zu den ersteren gehört die Schafhaut, *Amnion*, die seröse Hülle, der Harnsack, *Allantois*, und die aus den beiden letzteren entstehende Zottenhaut, *Chorion*, zu den letzteren die wahre hinfällige Haut, *Decidua vera*, sammt der *Placenta uterina*, und die umgeschlagene hinfällige Haut, *Decidua reflexa*. Da ferner die Embryonalhüllen alle Blasenform haben, so dass man sie auch fötale Blasen nennen könnte, so rechnet man auch meist den Dottersack oder das Nabelbläschen zu denselben, obschon dieses Gebilde in keiner Weise als Umhüllung des Embryo dient.

Von den Embryonalhüllen sind die Eihüllen zu unterscheiden, unter welchen Begriff man alle nicht zelligen Umhüllungen zusammenfassen kann, welche das unbefruchtete oder befruchtete Ei vom mütterlichen Organismus erhält.

Bei der Beschreibung der menschlichen Embryonalhüllen geht man am besten von der zweiten Hälfte der Schwangerschaft aus. Oeffnet man einen Uterus im 5. oder 6. Schwangerschaftsmonate, so findet man in der Höhle desselben eine umfangreiche Blase, die mit einer Seite an der Wand des Uterus festsitzt und die Höhlung ziemlich erfüllt. Diese Blase, welche den Embryo sammt seinen Hüllen oder das was man immer noch Ei nennt, enthält, die in dem schematischen Durchschnitte Fig. 123 bei *dr* aus einer etwas früheren Zeit dargestellt ist, wird von einer dünnen durchscheinenden Membran, der umgeschlagenen Haut, *Membrana decidua s. caduca reflexa*, gebildet und geht da, wo das Ei festsitzt, einfach in die innere Auskleidung des Uterus über und hängt mit dieser zusammen. Die Höhle des Uterus selbst ist in dieser Periode von dieser Blase und dem Eie schon ganz eingenommen, im 2. und 3. Monate jedoch findet sich zwischen beiden Theilen ein etwelcher mit Schleim angefüllter Zwischenraum (Fig. 126). Die Einmündungsstellen der Tuben sind entweder beide oder blos eine offen, je nach dem Sitze des Eies; das *Orificium uteri internum* ist ebenfalls offen, der *Canalis cervicis* dagegen durch einen Schleimpfropf, eine Ausscheidung der Gruben der *Plicae palmatae*, verlegt. Die Schleimhaut des Uterus selbst (*dv*) ist in der ganzen Höhle des Körpers des Organes von erheblicher Dicke und eigenthümlicher Beschaffenheit und führt jetzt den Namen *Membrana decidua*

s. caduca vera, wahre hinfällige Haut. Beide *Membranae deciduae* setzen sich auch auf den Theil des Uterus fort, an dem das Ei durch das Chorion festgewachsen ist, und bilden hier den Mutterkuchen, *Placenta uterina* oder die *Membrana decidua serotina* der Autoren (Fig. 123 *pl u*), die in noch zu schildernder Weise mit der *Placenta foetalis*, dem Fruchtkuchen, zusammenhängt und mit derselben die Gesammtplacenta oder den Mutterkuchen im weiteren Sinne bildet. Untersucht man das Innere des Eies, so findet man zunächst, dicht anliegend an der *Decidua reflexa* und an der *Placenta uterina*, das Chorion oder die Zottenhaut des Eies, das eine vollkommene Blase bildet. Das Chorion muss jetzt in zwei Theile zerfällt werden, einen Theil, der mit sehr dichten, reich verästelten, baumförmigen Zotten besetzt ist, die *Placenta foetalis* oder das *Chorion frondosum* (*ch f*), und durch diese Zotten auf's innigste mit der *Placenta uterina* zusammenhängt, und einen zweiten Theil, das glatte Chorion, *Chorion laeve* (*ch l*), das glatt zu sein scheint, bei genauerer Besichtigung dagegen auch kleine Zotten zeigt, die jedoch mit Ausnahme des Placentarandes, in ziemlich weiten Abständen stehen und wenig verästelt sind, und daher auf den ersten Blick dem Auge sich entziehen. Diese Zöttchen haften an und in der *Decidua reflexa* und verbinden diese und das Chorion wie kleine faserige Fäden. Auf das Chorion folgt das Amnion oder die Schafhaut, jedoch befindet sich zwischen beiden Gebilden eine gallertige Lage, die an Spirituspräparaten wie eine weisse Haut erscheint, die sogenannte *Membrana intermedia* (*Magma réticulé* Velpeau), die in den einen Fällen nichts anderes ist als ein eingedickter Rest der ursprünglich in bedeutender Menge zwischen dem Amnion und Chorion befindlichen eiweisshaltigen Flüssigkeit, in andern Fällen dagegen die Natur von gallertiger Bindesubstanz besitzt und dann in sehr verschiedener Menge vorhanden

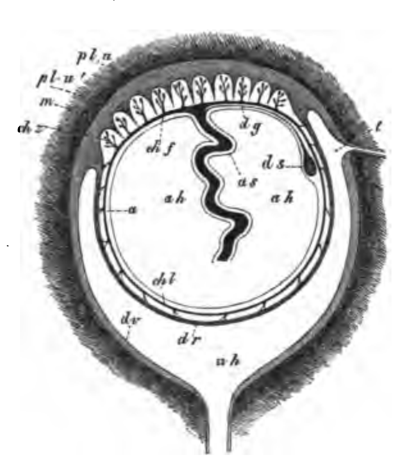


Fig. 123.

Fig. 123. Eihüllen des Menschen in situ, schematisch dargestellt. *m* Muscularis des Uterus nicht ausgezeichnet; *dv Decidua vera; plu Placenta uterina*, äussere Schicht; *plu'* innere Lage derselben mit Fortsätzen zwischen die Chorionzotten *chz* hinein; *dr Decidua reflexa; ch l Chorion laeve; ch f Chorion frondosum* mit den Zotten *ch z* die *Placenta foetalis* darstellend; *a* Amnion; *ah* Amnionhöhle; *as* Amnionscheide für den Nabelstrang; *dg* Dottergang; *ds* Dottersack; *t* Oeffnung einer Tuba; *uh* Höhle des Uterus, zu geräumig dargestellt.

sein kann. Das Amnion kleidet zusammen mit dieser Gallerte die ganze innere Oberfläche des Chorion aus und setzt sich an der Placenta auf den schon ziemlich langen Nabelstrang fort, um so eine Scheide für dieses Gebilde darzustellen, und endigt dann am Nabel in Verbindung mit der Haut des Embryo. An der Insertionsstelle des Nabelstranges an der Placenta findet sich unter dem Amnion wie eine kleine Oeffnung, aus welcher der Dottergang (*dg*) hervortritt und zwischen Chorion und Amnion weiter verläuft, um in verschiedener Entfernung von der Insertion des Nabelstranges in den Dottersack oder das Nabelbläschen (*ds*) einzumünden. Die grosse vom Amnion umschlossene Höhle ist mit dem Fruchtwasser (Schafwasser) erfüllt, in welchem der Embryo frei seine Lage hat.

Chorion laeve. Zu einer speciellen Beschreibung der Embryonalhüllen übergehend, bei der auch ihr Verhalten am Ende der Schwangerschaft berücksichtigt werden wird, schildern wir zuerst das Chorion. Den wichtigsten Theil desselben, die *Placenta foetalis*, auf später aufsparend, gedenken wir hier nur des *Chorion laeve*. Dasselbe ist eine dünne, weissliche, durchscheinende, bindegewebige Haut ohne Blutgefässe, die durch spärliche, wenig verästelte, kürzere oder längere Zöttchen, deren Menge in der Nähe des Placentarandes am bedeutendsten ist, und die natürlich auch gefässlos sind, mit der Reflexa verbunden erscheint, jedoch ziemlich gut von derselben sich trennen lässt. Bezüglich des Baues besteht das *Chorion laeve* aus einer Bindesubstanz mit sternförmigen und spindelförmigen Zellen, die je länger, je mehr die Natur des faserigen Bindegewebes annimmt und am Ende der Schwangerschaft wirklich diesen Namen verdient. An der äussern Fläche der Haut befindet sich in den mittleren Monaten der Schwangerschaft ein einfaches Pflasterepithel, welches auch noch am Ende der Schwangerschaft vorhanden ist und in den meisten Fällen eine mehrschichtige Lage darstellt, deren Zellen gewöhnlich in mehr oder weniger weit vorgeschrittener Fettmetamorphose sich finden. Mehrschichtig ist auch nach meinen Erfahrungen das Epithel auf den Zotten des *Chorion laeve*, und zwar stellenweise so verdickt, dass dasselbe aus vielen Lagen von Zellen besteht. Mit der Reflexa ist übrigens das Epithel des *Chorion laeve* so innig verbunden, dass selbst auf feinen Durchschnitten die Grenzen desselben nicht immer mit Sicherheit wahrnehmbar sind. Um so deutlicher ist dasselbe an Flächenansichten, und verdient mit Hinsicht auf das Epithel der Chorionzotten Erwähnung, dass die Zellen hier äusserst scharf gezeichnet sind.

Auf das Chorion folgt nach innen das oben erwähnte Gallertgewebe, das unmöglich auf den Namen einer Haut Anspruch machen kann und am besten als Theil des Chorion aufgefasst wird. Wenn dasselbe in einigermassen grösserer Menge vorhanden ist, so zeigt es die Organi-

sation des gallertartigen Bindegewebes und besteht aus mannigfach gestalteten sternförmigen Zellen mit gallertartiger Zwischensubstanz und auch aus vereinzelten Faserbündeln und amöboiden Zellen (WINKLER).

Amnion. Das **Amnion** zeigt an der der Höhlung zugewendeten Seite ein Epithel, das am Nabelstrange geschichtet (mit 2—5 Lagen), in den übrigen Gegenden einfach ist und hier anfangs aus Pflaster- und Cylinderzellen gebildet wird. Der übrige Theil der Haut besteht aus einer dünnen Lage Bindesubstanz, die wesentlich ebenso sich verhält, wie die des Chorion, und am Nabel, d. h. 7—9 mm von demselben entfernt, unmittelbar in die Cutis sich fortsetzt. An der Uebergangsstelle des Amnion auf den Nabelstrang finden sich in wechselnder Menge die sogenannten Carunkeln, einfache Epithelwucherungen mit verhornten obern Zellen von kegelförmiger oder plattenförmiger Gestalt bis zu 2 und 3 mm Breite.

Die Höhle des Amnion enthält das Amnionwasser oder Schafwasser, welches, was seine Menge anlangt, bei verschiedenen Individuen und in verschiedenen Zeiten der Schwangerschaft verschieden sich verhält. Letzteres anlangend, so ist der *Liquor amnii* im 5. und 6. Monate am reichlichsten und kann bis zu 2 Pfund betragen, gegen Ende der Schwangerschaft nimmt derselbe wieder ab und ist meist nur noch zu etwa 1 Pfund vorhanden. Die chemischen Verhältnisse anlangend, reagirt das Fruchtwasser alkalisch und verhält sich im Allgemeinen wie ein verdünntes Blutserum mit 1 % fester Theile beim reifen Embryo, wogegen dasselbe in früheren Monaten etwas concentrirter ist. Von organischen Materien hat man immer Eiweiss gefunden, ausserdem **Harnstoff**, unzweifelhaft von den Nieren abstammend, und Traubenzucker besonders bei Herbivoren.

Herkunft des *Liquor amnii*. Die Herkunft des Amnionwassers anlangend, so beweisen die eierlegenden Vögel und Reptilien, die ein Amnion und Amnionwasser besitzen, unwiderleglich, dass der *Liquor amnii* vom Fötus gebildet werden kann, und ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass dies auch beim Menschen geschieht. Die Quellen wären in diesem Falle einmal die Haut, die namentlich bei jungen Embryonen ungemein gefässreich ist, und zweitens die Nieren, für deren Betheiligung das Vorkommen von Harnbestandtheilen im *Liq. amnii* spricht, und dann der Umstand, dass, wenn pathologisch die Entleerung des Harns unmöglich ist, Krankheiten der Harnwege entstehen (VIRCHOW). Mit dieser Annahme soll jedoch nicht gesagt sein, dass nicht auch der mütterliche Organismus an der Bildung des Fruchtwassers sich betheilige, ebenso wie schon die Bildung der Flüssigkeit in der Keimblase von demselben abhängt, und werden für diese Annahme auch die pathologischen Fälle von Hydropsien des Amnion (Hydramnion) aufgeführt. Hierbei wäre meiner Meinung nach

vor allem an die reichlichen Gefässe der *Decidua vera* zu denken, die von dem Zeitpunkte des Verklebens der beiden *Deciduae* an (s. unten) in eine sehr günstige Lage kommen, um der vermutheten Funktion vorzustehen.

Der Dottersack oder das Nabelbläschen, *Vesicula umbilicalis*, ist im 4. und 5. Monate noch ein ganz deutliches rundliches Gebilde von weisser Farbe, das 7—9—11 mm im Durchmesser besitzt und zwischen Amnion und Chorion in der Gegend der Placenta, jedoch meist ziemlich entfernt von der Insertionsstelle des Nabelstranges gegen den Rand der Placenta zu oder ausserhalb derselben seine Lage hat. Dieses Bläschen, welches im Innern eine geringe Menge von Feuchtigkeit enthält, deren Natur unbekannt ist, besteht aus einer bindegewebigen Hülle und einem deutlichen Pflasterepithel mit fetthaltigen Zellen, zeigt häufig noch Blutgefässe, die *Vasa omphalo-mesenterica*, und bemerkenswerther Weise an seiner inneren Oberfläche kleine gefässhaltige Zotten, die an die gefässhaltigen Vorsprünge des Dottersackes tiefer stehender Wirbelthiere erinnern, ohne deren Bedeutung zu besitzen. Ein Stiel ferner, der, soweit er freiliegt, den Dottergang noch erkennen lässt, verbindet das Nabelbläschen mit dem Nabelstrange, in dem dann die *Vasa omphalo-mesenterica*, wenn sie noch vorhanden sind, weiter bis zum Embryo verlaufen.

Dottersack.

Am Ende des Fötallebens ist der Dottersack immer noch, so zu sagen ohne Ausnahme, vorhanden (B. SCHULTZE). Derselbe misst jetzt 4—7 mm, liegt meist ausserhalb des Bereiches der Placenta, oft weit von derselben entfernt und haftet gewöhnlich am Amnion. Auch der *Ductus omphalo-mesentericus* und in selteneren Fällen die Dottersackgefässe sind um diese Zeit noch nachzuweisen. Im Inneren des Dottersacks finden sich jetzt Fett und kohlensaure Salze in wechselnder Menge.

Von den mütterlichen Eihüllen kleidet die *Decidua vera*, um mit dieser zu beginnen, nicht blos die gesammte Höhle des eigentlichen Uteruskörpers aus, soweit dieselbe nicht von der Placenta eingenommen wird, sondern geht an den Oeffnungen des Uterus auch in die Schleimhäute des Cervix und der Eileiter über, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass an letzteren — von denen übrigens, wie erwähnt, die eine Oeffnung durch die Placenta verlegt sein kann — der Uebergang ganz allmälig sich macht, wogegen am *Os uteri internum* die *Decidua vera* meist ziemlich scharf gegen den Cervix abgesetzt und mit einem ganz unregelmässig zackigen, wulstigen Rande aufhört, der selbst etwas von der Uteruswand sich abheben kann und dann wie eine gesonderte Mündung der *Decidua* erscheint. Ihrer Natur nach ist die *Decidua vera* nichts anderes als die umgewandelte Schleimhaut des Uterus. Im 4. Monate ist dieselbe nur noch 1—3 mm dick, während sie im 3. Monate

Decidua vera.

bis zu 4—7 mm beträgt, so dass um diese Zeit ungefähr $^1/_4$—$^1/_3$ der Dicke der Gesammtwand des Uterus auf ihre Rechnung kommt. Nichtsdestoweniger ist die *Vera* auch im 4. Monate noch sehr gefässreich, und bemerkt man an ihrer inneren Oberfläche bei frischen Objecten eine grosse Menge von Gefässverästelungen und unter diesen besonders weite Venensinus, die am Rande der Placenta, da wo die *Decidua vera* in die Reflexa übergeht, am entwickeltesten sind, und durch zahlreiche Anastomosen wie einen ringförmigen Sinus, den Randsinus der Placenta, bilden, aber auch an den übrigen Gegenden nicht fehlen. Das Gewebe der *Decidua vera* anlangend, so ist in Betreff der Oberfläche sicher, dass das frühere Flimmerepithel des Uterus nicht mehr vorhanden ist. Im Innern der *Decidua* findet man verschiedene Elemente, vor allem eine mehr amorphe Grundsubstanz, die alle andern Elemente trägt, unter denen neben den zahlreichen Gefässen und umgewandelten Drüsen runde und spindelförmige Zellen bei weitem die Hauptsache ausmachen. Die runden sogenannten Decidualzellen sind schön und gross (bis zu 30—40 μ), mit scharfen Conturen, wie wenn sie eine besondere Membran besässen, und mit deutlichen Kernen und Kernkörperchen. Anfangs die einzigen zelligen Elemente des Decidualgewebes, wandelt sich später ein guter Theil der Decidualzellen in Spindel- oder Faserzellen um, welche man schon am Ende des ersten Monats neben denselben findet, und zwar sind es vor allem die Zellen der tieferen Schichten der Decidua, die diese Umwandlung erleiden, während die Elemente der oberflächlichen Lagen vorwiegend rund bleiben. Die genannten Faserzellen sind ausgeprägte spindelförmige Zellen von verschiedener Form und Grösse, alle mit deutlichen, rundlichen oder länglich runden Kernen, neben denen nach und nach auch eine mehr weniger deutlich faserige Grundsubstanz auftritt.

In Betreff der nicht unwichtigen Frage, ob die *Decidua vera* Uterindrüsen besitze, haben die Bemühungen zahlreicher Forscher Folgendes ergeben:

1) Die Uterindrüsen erleiden in den ersten Monaten der Schwangerschaft eine ungemeine Vergrösserung und werden einerseits sehr lang und schlängeln sich, andrerseits erweitern sie sich auch und werden buchtig.

2) An dieser Zunahme betheiligen sich ursprünglich alle Theile der Drüsen gleichmässig, bald jedoch beschränkt sich die Vergrösserung mehr auf die mittleren und oberen Theile, während die blinden Enden nur wenig zunehmen. In diesem Stadium, das im 2. Monate beginnt und bis zum 5. und 6. Monate anhält, wird die Oberfläche der Decidua durch die colossal erweiterten Drüsenmündungen siebförmig, ebenso die folgenden Lagen bis zu einer gewissen Tiefe porös, während die mittleren

und unteren Lagen bis nahe an die Muskellage heran ein ausgesprochen spongiöses Ansehen gewinnen. In der obern oder Zellenschicht sind es besonders die oben geschilderten Decidualzellen, die, lebhaft sich vermehrend und auch sich vergrössernd, die grosse Flächenzunahme der Haut besorgen, und weniger die Drüsen, welche dadurch auch in weitere Abstände von einander zu stehen kommen. In der spongiösen Lage dagegen sind es umgekehrt die Drüsen, die ungemein sich vergrössern, und fehlt ein mit gleicher Energie wachsendes Element in der Zwischensubstanz, in der die Spindelzellen vorwiegen.

3) In den letzten Monaten der Schwangerschaft, sobald einmal die Vera mit der Reflexa verklebt ist und beide Häute zusammen immer dünner werden, verstreichen nicht nur die Drüsenkanäle und Räume in der Zellenschicht der Vera immer mehr, sondern es verödet auch der obere Theil derer der spongiösen Lage, so dass nur noch der tiefere Theil dieser Schicht in seinen früheren Verhältnissen sich erhält. Die blinden Drüsenenden sind in dieser Zeit entweder noch in früherer Weise vorhanden oder mit in dem spongiösen Gewebe aufgegangen.

4) Die umgewandelten Drüsen zeigen in allen Stadien der Schwangerschaft noch in einzelnen Theilen Epithel, und lässt sich als Gesetz aufstellen, dass dasselbe von der Oberfläche gegen die Tiefe schwindet. Die Drüsenräume der Decidua werden an gut erhaltenen Präparaten stets leer gefunden und führen wohl im Leben Flüssigkeit, über deren Natur keine Thatsachen Aufschluss geben.

Decidua reflexa.

Die *Decidua reflexa* ist an ihrer äusseren, der Uteruswand zugekehrten Oberfläche glatt und in der Mitte der Schwangerschaft ohne Epithel; die innere Oberfläche dagegen ist mit dem Chorion laeve verklebt und nimmt die Zotten desselben auf. Gefässe fehlen der 0,5—1,0 mm dicken Haut in der Regel ganz, und Drüsenreste finden sich nur an der Umbiegungsstelle in die Vera.

Das Gewebe der Reflexa stimmt so ziemlich mit dem der Vera überein, nur sind ihre Elemente mehr abgeplattet und epithelähnlich, blasenförmige grosse Zellen dagegen spärlicher.

Gegen das Ende der Schwangerschaft, vom 6. Monate an, werden beide Deciduae mit einander verklebt und zugleich so verdünnt gefunden, dass sie an der Nachgeburt nur eine einzige dünne Haut darstellen. Natürlich ist hiermit auch jeder Zwischenraum zwischen Ei und Uteruswand verschwunden, und füllt das Ei den Uterus ganz aus. Untersucht man von aussen nach innen die Schichten eines hochschwangeren Uterus, so stösst man nach Durchschneidung der sehr verdünnten Muskelhaut auf ein $^1/_2$—1 mm dickes, gelblichweisses, aussen schwammiges, innen faserig blätteriges Häutchen, und dieses, welches von den beiden Deciduae gebildet wird, führt durchschnitten gleich zum Chorion und Amnion.

Anmerkung. Die Drüsen der *Decidua vera* habe auch ich bei neuen Untersuchungen in allen Zeiten der Schwangerschaft in den tieferen Lagen der Haut gefunden.

§ 19.

Placenta. Nabelstrang.

Placenta.

Die Placenta, als Ganzes genommen, ist ein sehr weiches und blutreiches Gebilde von Scheiben- oder Kuchenform, in der Mitte der Schwangerschaft von 10—13 cm Durchmesser, am Ende derselben von 16—21 cm Grösse und etwa 3—4 cm Dicke. Man unterscheidet an ihr eine convexe uterine und eine concave embryonale Fläche und kann dieselbe behufs der Beschreibung in den mütterlichen und den fötalen Theil, Mutterkuchen und Fruchtkuchen, sondern, die beide in der Mitte der Schwangerschaft aufs innigste mit einander vereinigt sind, jedoch bis zum 3. Monate von einander sich trennen lassen.

Placenta foetalis.

Die *Placenta foetalis* wird, wie schon früher angegeben, von dem Theile des Chorion gebildet, der ursprünglich der Uteruswand zugewendet ist, und an dieser Stelle zeigt sich eine ungemeine Entwicklung der Chorionzotten; hier allein breiten sich auch die sogenannten Placentargefässe, die *Arteriae* und die *Venae umbilicales*, aus. Die an der fötalen, vom Amnion bekleideten Seite des Fruchtkuchens gelegene Membran des Chorion ist eine ziemlich feste, glatte, weisslich durchscheinende Haut, an welche der Nabelstrang sich ansetzt und in welcher die grösseren, an der fötalen Seite vorspringenden Verästelungen der Umbilicalgefässe liegen, um dann von hier aus in die Stämme der Chorionzotten einzutreten. Diese Stämme gehen von der *Membrana chorii* ab und bilden durch ihre zahlreichen Verästelungen eine ziemlich dichte und zusammenhängende, frisch röthliche Masse, die bei weitem die Hauptmasse der ganzen Placenta bildet, und für sich allein, getrennt von der *Placenta uterina*, nach aussen eine hügelige gelappte Oberfläche darbieten würde. Die Stämme der Chorionbäumchen sind an verschiedenen Placenten der Zahl und Dicke nach so verschieden, dass sich kaum etwas Allgemeines über dieselben sagen lässt, und dasselbe gilt auch von ihren Verästelungen, in Betreff welcher die Bemerkung genügt, dass dieselben an jedem Bäumchen ungemein zahlreich sind, ferner nach allen Richtungen abgehen und schon in der nächsten Nähe der *Membrana chorii* beginnen. Die gröberen Zweige gehen entweder durch wiederholte Zweitheilungen aus den Aesten erster Ordnung hervor, oder dieselben treten unter rechten Winkeln von den Stämmen und grossen Aesten ab, und Aehnliches findet sich übrigens auch bei den feineren Verästelungen.

Sehr bezeichnend sind übrigens für diese letzteren viele von den feineren Aestchen und Zweigchen unter rechten Winkeln abgehende kurze, einfache oder wenig getheilte Ausläufer, so dass manche Zweige in grosser Ausdehnung nur von solchen besetzt sind. Die letzten Enden der Bäumchen zerfallen in freie Ausläufer und in solche, welche in die *Placenta uterina* sich einsenken. Die freien Ausläufer finden sich in allen Höhen der Placenta und sind der Gestalt nach fadenförmig, walzenförmig, birnförmig und selbst keulenförmig, ferner entweder gerade oder geknickt und gebogen, endlich gestielt oder unmittelbar aus den letzten Aesten hervorgehend. Die Menge dieser Ausläufer, deren Breite 57—114 μ beträgt, ist so ungemein gross und ihr Ineinandergreifen so mannigfach, dass sie für sich allein fast das ganze innere Gewebe der Placenta erzeugen und auf jeden Fall nur enge spaltenförmige Lücken zwischen sich lassen, deren muthmasslicher Inhalt später besprochen werden soll.

Eine zweite Art von Ausläufern ist erst in neuerer Zeit von LANGHANS aufgefunden worden. Dieselben, die ich Haftwurzeln nenne, sind feinere und gröbere Ausläufer der Stämme der Chorionbäumchen in einer Dicke bis zu 1 mm, welche ungetheilt oder einige Male verästelt bis zur *Placenta uterina* reichen und dann in diese sich einsenken, um, frei von Epithel, mit dem Gewebe derselben so innig sich zu vereinen, dass selbst ein starker Zug die Verbindung nicht löst. Am zahlreichsten sind die Haftwurzeln an den Scheidewänden mütterlichen Gewebes, die tief zwischen die Gruppen von Zotten oder Cotyledonen sich einsenken, woselbst viele derselben ganz wagerecht verlaufen, und am dicksten und noch immer zahlreich genug finden sich dieselben in den mittleren Theilen der Cotyledonen, wo sie wie senkrechte Pfeiler zwischen den Stämmen der Chorionbäumchen und der mütterlichen Placenta ausgebreitet sind. Alle als Haftwurzeln endenden Aeste der Chorionbäumchen geben übrigens in ihrem ganzen Verlaufe feinere Zweige ab, die in gewöhnlicher Weise sich verzweigen und frei enden.

Bezüglich auf den Bau, so verhält sich der Placentartheil des Chorion im Wesentlichen ebenso wie das übrige Chorion und besteht aus einer äussern, alle Theile überziehenden Epithellage und einer inneren, dem Embryo zugewendeten bindegewebigen Haut. Dieselben Bestandtheile setzen auch die Chorionbäumchen zusammen, und zwar besteht jedes derselben in allen seinen Theilen aus einer inneren bindegewebigen Axe und einem äusseren, 7—11 μ dicken Pflasterepithel von mehr kleineren Zellen, dessen Elemente in sehr verschiedenen Graden der Deutlichkeit zur Anschauung kommen. An frischen Zotten und vor allem an den Zottenspitzen erkennt man häufig keine Zellengrenzen, und erscheint das Ganze nur wie ein feinkörniger Ueberzug mit zahlreichen

kleineren runden oder länglich runden Kernen, wogegen an den Stämmen der Bäumchen, an der *Membrana chorii* und namentlich an nicht ganz frischen Placenten die Zusammensetzung aus Zellen oft deutlich zu sehen ist. Gewisse Epithelialgebilde der Zotten zeigen in keinem Falle Zellengrenzen, und zwar die sogenannten Epithelialsprossen. Mit diesem Namen bezeichnet man Wucherungen des Epithels von sehr verschiedener Form und Grösse, die vor Allem an den letzten Ausläufern der Bäumchen endständig oder seitenständig, aber auch an den sie tragenden Zweigelchen sich finden. Diese Sprossen, meist von Warzen-, Walzen- oder Keulenform, bestehen aus dem feinkörnigen Protoplasma der Epithelzellen mit einer bald grösseren, bald geringeren Anzahl von Kernen, die haufenweise beisammen liegend das Innere einnehmen, so dass auf den ersten Blick klar wird, dass diese Fortsätze des Epithels nicht aus getrennten Zellen bestehen. Da nun ferner die Epithelialsprossen häufig mit breiter Basis aus dem Epithel hervorgehen, so folgt weiter, dass auch das Epithel selbst an diesen Stellen nicht aus getrennten Zellen besteht.

Das Bindegewebe der Zottenbäumchen ist in den Stämmen derselben derber, fester, mehr fibrillär, in den feineren Verästelungen weicher und selbst gallertartig. In allen Theilen enthält dasselbe eine gewisse Menge spindelförmiger, auch wohl sternförmiger Zellen, von denen die letzteren besonders in den weicheren Theilen sich finden, und hier oft zierliche Netze mit mehr homogener Zwischensubstanz bilden.

In jedes Chorionbäumchen tritt ein Ast der einen oder der anderen *Arteria umbilicalis* herein und aus jeder Zotte kommt eine Vene heraus, die in eine Wurzel der *Vena umbilicalis* übergeht, und diese Gefässe verästeln sich nun bis in die letzten Ausläufer hinein. Arterien und Venen gehen in diesen durch Haarröhrchen einfach schlingenförmig oder unter Bildung einiger Anastomosen in einander über und ausserdem finden sich auch in den Stämmen zahlreiche Capillarnetze. Aus dem Gesagten folgt, dass das Gefässsystem des Embryo, insoweit es in die Placenta eingeht, ein vollkommen geschlossenes ist; auch verdient Beachtung, dass in den letzten Enden der Chorionbäumchen die Gefässe eine sehr oberflächliche Lage haben, und so zu sagen dicht unter dem Epithel liegen.

Placenta uterina.

Viel schwieriger als der fötale Antheil der Placenta, ist der mütterliche Theil zu erforschen. Betrachtet man eine in regelrechter Weise vom Uterus gelöste Placenta von ihrer convexen oder Uterinfläche, so findet man, dass sie an dieser Fläche wie in eine gewisse Anzahl von unregelmässigen, rundlich-polygonalen Abtheilungen oder Lappen, die sogenannten Cotyledonen der Placenta, zerfällt. Diese Cotyledonen werden von

den Zotten des Chorion gebildet, die gruppenweise dadurch zusammengehalten werden, dass der mütterliche Antheil der Placenta in bestimmter Weise von der Uterinseite her sie umgiebt und zwischen dieselben eindringt. Es liegen nämlich an der Uterinseite einer natürlich losgelösten Placenta die Chorionzotten nicht frei, vielmehr sind dieselben immer von einem Theile der mütterlichen Placenta bedeckt, der jedoch kaum mehr als 0,5—1,0 mm Dicke hat und, wenn er gut erhalten ist, als eine zusammenhängende Haut erscheint, die den fötalen Theil der Placenta bedeckt und am Rande in die Vera und Reflexa sich fortsetzt.

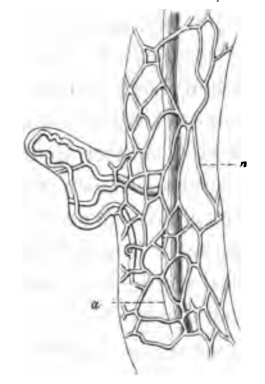


Fig. 124.

Decidua placentalis.

Diese Haut, die ich mit ihren Fortsetzungen in die Placenta hinein *Pars caduca placentae uterinae* oder *Decidua placentalis* nennen will, ist nur der innerste Theil der eigentlichen *Placenta uterina*, während der äussere mächtigere Theil dieser Lage, die die *Pars non caduca s. fixa placentae uterinae* heissen mag, bei der Lösung der Placenta beim Gebärakte auf der Muskelhaut sitzen bleibt. Beide diese Lagen zusammen entsprechen der *Decidua vera* und zeigen auch ursprünglich dieselben Strukturverhältnisse wie diese, namentlich auch Drüsen. Später jedoch und zwar schon gegen die Mitte des Fötallebens verkümmern, unter gleichzeitiger mächtiger Entwicklung der Blutgefässe an dieser Stelle, die schlauchförmigen Drüsen, sodass zuletzt wesentlich nur eine weiche, gefässreiche Bindesubstanz zurückbleibt. Nichtsdestoweniger kann man auch noch an der *Placenta uterina* aus der zweiten Hälfte der Schwangerschaft ein *Stratum spongiosum* als Homologon der Drüsenlage der Vera und ein *Stratum cellulosum* unterscheiden, mit dem Bemerken jedoch, dass wohl erhaltene Drüsenreste nach meinen Erfahrungen um diese Zeit in der *Placenta uterina* wenigstens nicht immer zu treffen sind.

Die Beziehungen der *Placenta uterina* zu den Chorionzotten anlangend, so ergiebt sich, dass die *Decidua placentalis* mit stärkeren und schwächeren Fortsätzen zwischen die Cotyledonen sich hinein erstreckt und wie Scheidewände zwischen denselben bildet, welche Fortsätze alle untereinander zusammenhängen und mehr weniger tief in die *Placenta foetalis* oder zwischen die Chorionzotten eindringen. In der Regel erreichen diese Fortsätze, die ich die *Septa placentae* nenne, die innersten Theile der *Placenta foetalis* oder die *Membrana chorii*, von der die Stämme

Septa placentae.

Fig. 124. Ein Theil eines injicirten Aestchens einer Chorionzotte. Nach Ecker. *Icon. phys.* Erklärung zur Tafel XXVIII. *a* Hauptgefässstamm; *n* Capillaren des oberflächlichen Netzes.

der Chorionbäumchen ausgehen, nicht, obschon manche derselben bis nahe an das Chorion heranreichen; doch giebt es in jeder Placenta eine Gegend und zwar die Randtheile, wo dies regelrecht geschieht und die Septa den ganzen Fruchtkuchen durchdringen und bis zum Chorion sich erstrecken, wo sie in einer an der fötalen Fläche der Placenta befindlichen Lage der *Decidua placentalis* enden, auf die ich gleich zurückkommen werde. Genauer untersucht, lassen sich die Septa meist leicht in zwei Blätter spalten, von denen je eines einem Cotyledo angehört, und zwischen diesen finden sich dann in verschiedenen Höhen mütterliche Blutgefässe, von denen noch weiter die Rede sein soll. Theilungen der Septa in ihrem Verlaufe in die Tiefe scheinen nicht vorzukommen, oder sind wenigstens selten, und würde somit die *Placenta uterina*, wenn man sich die Chorionzotten alle wegdenkt, an ihrer fötalen Oberfläche eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Bienenwabe haben, deren Fächer — an Zahl den Cotyledonen gleich — tief und mannigfach zusammenfliessend wären. Zur Vervollständigung des Bildes hätte man jedoch weiter sich vorzustellen, dass auch der Grund dieser grossen Fächer noch leicht uneben ist, indem die *Decidua placentalis* auch über jedem Cotyledo mit mannigfachen kleinen Unebenheiten gegen das Chorion vortritt.

Ich erwähnte vorhin einer subchorialen Lage der *Decidua placentalis* und habe nun diese noch wenig gekannte Bildung zu beschreiben. Löst man an einer frischen Nachgeburt in der Nähe des Randes der Placenta, und gegen diese fortschreitend, das *Chorion laeve* von den Deciduae ab, so überzeugt man sich leicht, dass diese Häute am Rande der Placenta auch auf die fötale subchoriale Fläche dieser übergehen, und gelingt es, wenn man auch die Membran des *Chorion frondosum* unter sorgfältigem Abschneiden der Stämme der Chorionbäumchen abhebt, eine mütterliche Haut auf eine Strecke von 2—3 cm und mehr unter dem Rande der Placenta zu verfolgen. Genauer bezeichnet, gehen von der Gegend des Randsinus der Placenta aus, der an der Grenze der Vera und Reflexa und der *Decidua placentalis* seinen Sitz hat, zwei mütterliche Lagen auf die Placenta über, einmal die die Cotyledonen der Placenta bekleidende oben schon erwähnte Lamelle (Basalplatte, Winkler), die ich *Decidua placentalis sensu strictiori* heisse, und dann die unter dem Chorion hinziehende Lage (Schlussplatte, Winkler), die *Decidua placentalis subchorialis*. Beide diese Lagen stehen durch die *Septa placentae* in Verbindung, und sind daher hier die Cotyledonen ganz und gar von mütterlichem Gewebe umgeben.

Decidua subchorialis.

Feinerer Bau der Placenta uterina.

Ich komme nun zur Betrachtung der feineren Structurverhältnisse der *Placenta uterina*. Was das Gewebe der *Placenta uterina* anlangt, so stimmt dasselbe mit dem der Deciduae im Wesentlichen überein, und besteht nur insofern eine Verschiedenheit beider, als in der *Placenta*

uterina eine Zellenform sich findet, die in der *Decidua vera* und *reflexa,* auch wenn sie vorkommen mag, doch auf jeden Fall selten ist, nämlich im Mittel 37—76 μ grosse, in den Extremen bis zu 0,13 mm ansteigende runde Zellen mit zahlreichen runden Kernen von 15—19 μ. Diese Riesenzellen oder vielkernigen Zellen finden sich vor Allem in der *Decidua placentalis* und in den Septa, fehlen jedoch auch in den äussern Schichten nicht, in denen jedoch lange, breite Spindelzellen zum Theil mit mehrfachen Kernen und kleinere, runde Zellen vorwiegen, von denen eine kleinste Art als farblose Blutzellen angesprochen werden darf. Den Rest des Gewebes bildet eine bald spärlicher, bald reichlicher vorkommende Zwischensubstanz, in älteren Placenten stellenweise von deutlich fibrillärer Natur, wie vor Allem in den innersten Lagen gegen die Zotten zu und in den Septis, wo dieses Gewebe die Riesenzellen in grösseren und kleineren Nestern enthält, jedoch allerdings in verschiedenen Placenten einen sehr verschiedenen Grad der Entwicklung zeigt.

Blutgefässe der *Placenta uterina.*

Sehr eigenthümlich ist das Verhalten der Gefässe der *Placenta uterina.* An einer injicirten oder sonst einfach präparirten Placenta lassen sich von der Seite des Uterus her ohne Schwierigkeit zahlreiche spiralig gewundene Arterien nachweisen, welche in den äusseren Theil der *Placenta uterina* eindringen, und noch leichter überzeugt man sich, dass diese Schicht auch eine übergrosse Menge weiter und vielfach verbundener Venen enthält. Geht man weiter nach innen und untersucht man den Theil der mütterlichen Placenta, welcher bei der Geburt abgestossen wird, so zeigt sich, dass an der Uterinfläche dieser *Decidua placentalis* Fortsetzungen der genannten Arterienstämmchen vorkommen, die immer noch stark gewunden und getragen von dem Gewebe der Decidua ins Innere dringen. Diese Gefässe sind jedoch nicht die unveränderten Fortsetzungen der Arterien der Muscularis, vielmehr ergiebt sich mit Hülfe des Mikroskopes leicht, dass dieselben ausser einer Endothellage kaum mehr eine besondere Wand besitzen, indem eine nach aussen von dieser Zellenschicht befindliche dünne, längsstreifige Bindesubstanz gegen das Gewebe der *Decidua placentalis* nicht scharf abgegrenzt ist. Namentlich fehlen Muskelfasern und elastische Elemente ganz und unterscheiden sich somit diese Gefässe im Baue kaum von den gleich zu beschreibenden Venen. Aus diesem Grunde sind diese Arterien auch nur sehr schwer weiter ins Innere zu verfolgen; immerhin führen sowohl Injectionen, als auch sorgfältige Präparationen an noch mit Blut gefüllten solchen Gefässen zu dem übereinstimmenden Ergebnisse, dass dieselben, ohne Capillaren zu bilden, nach wenigen Verästelungen von den Septa der Cotyledonen aus in buchtige Räume ausgehen, die zwischen den Verästelungen der Chorionbäumchen sich befinden und die ganze *Placenta foetalis* durchziehen. Was so für die

Arterien gilt, passt auch für die Venen. In den inneren Theilen der Placenta gegen den Embryo zu ist keine Spur von Venen zu sehen; dieselben treten erst in den Gegenden der Arterien und am Rande des Organes auf, und zwar in folgender Weise.

Venen der *Placenta uterina.*

Um die Placenta herum, zum Theil noch im Bereiche derselben, zum Theil schon in der *Decidua vera* findet sich eine Art weiten Randgefässes, der sogenannte Venensinus der Placenta oder der ringförmige Sinus, der an der einen Seite viele Nebenwurzeln aus der Placenta bezieht, auf der andern Seite durch zahlreiche Abzugskanäle zu den Venen des tieferen Theiles der Vera und der Muscularis führt. Genauer betrachtet ist dieser ringförmige Sinus nicht ein einziges zusammenhängendes Gefäss, vielmehr besteht derselbe aus Anastomosen der aus dem Innern der Placenta herauskommenden Venen, die gewöhnlich da und dort unterbrochen sind, sodass selten ein vollständiger Kreis vorhanden ist. Die Wurzeln, welche von Seite der Placenta in den Ringsinus einmünden, sind zweierlei. Die einen kommen aus den am Rande befindlichen Septa und lassen sich innerhalb dieser oft auf lange Strecken zwischen die Cotyledonen hinein verfolgen, wobei sich zeigt, dass sie eine grosse Anzahl Emissarien aus den benachbarten Cotyledonen aufnehmen, deren Mündungen ihrer Wand ein siebförmig durchlöchertes Ansehen geben. Schliesslich laufen auch diese Venen mit ihren Enden frei in die Maschenräume in den Cotyledonen aus, wobei das mütterliche Gewebe, das sie bisher begrenzte, sich verliert. In ähnlicher Weise verhalten sich auch eine gewisse Anzahl von Venen, die von der convexen Seite der Placenta herkommen und von hier aus in die Septa hinein in die Tiefe treten.

Eine zweite Art der in den Ringsinus einmündenden Wurzeln mündet dicht am Chorion in dieses Gefäss ein und kommt aus einem reichen Lacunensystem, welches an der fötalen Seite der Placenta dicht unter dem Chorion und der *Decidua subchorialis*, soweit dieselbe noch vorhanden ist, seinen Sitz hat und die ganze Placenta überzieht. Oeffnet man den Ringsinus von der Aussenseite, so sieht man, dass ein Theil desselben wie von den Cotyledonen des Placentarrandes überwölbt ist, so dass die dem Chorion zugewendete Randfläche der Placenta noch von der Wand des Ringsinus überzogen ist. In dieser Gegend finden sich nun eine grosse Menge Löcher und Spalten und wenn man durch dieselben eindringt, so gelangt man unter die *Decidua subchorialis*, und weiter gegen die Mitte der Placenta unmittelbar unter das Chorion in weite anastomosirende Räume, die die Stämme der Chorionbäumchen umgeben und wie gesagt unter dem ganzen Chorion sich hindurch erstrecken. Dieses subchoriale, venöse Lacunennetz, das von

der Randvene aus mit Leichtigkeit sich aufblasen und injiciren lässt, steht nun seinerseits wieder mit den inneren Maschenräumen der Cotyledonen in der reichlichsten Verbindung, und ist durch dasselbe offenbar eine Einrichtung gegeben, durch welche das mütterliche Blut in der Placenta einen leichten Abfluss findet. Alle Venensinus der *Placenta uterina*, welche noch von dem Gewebe der *Decidua placentalis* begrenzt werden, besitzen als Auskleidung ein schönes Endothel. Dagegen fehlt allen Fortsetzungen derselben in das cavernöse Placentargewebe hinein eine solche Auskleidung, und findet sich selbst in den weiten subchorialen Lacunen keine endotheliale Lage.

Dem Gesagten zufolge ist im mütterlichen Theile der menschlichen Placenta von Capillargefässen keine Spur zu sehen, und hängen Arterien und Venen einzig und allein durch ein System anastomosirender Lücken zusammen, welche ganz und gar von den fötalen Chorionzotten begrenzt werden. Nach dieser Auffassung umspült das Blut der Mutter in der Placenta unmittelbar die embryonalen Zotten, und ist, ohne von besonderen Wandungen umschlossen zu sein, nur durch das Zottenepithel und deren Bindegewebsschicht von den fötalen Blutgefässen getrennt.

Blutbewegung in der mütterlichen Placenta.

Die Circulation des mütterlichen Blutes in der Placenta muss bei dem angegebenen Baue, wie leicht begreiflich, im Ganzen eine unregelmässige sein. Da die Arterien an der convexen Seite der Placenta zutreten und die Hauptvenen am Rande derselben entspringen, so wird man wohl sagen dürfen, dass der Blutstrom im Allgemeinen von der convexen gegen die concave Seite und den Rand der Placenta zu geht. Bei den vielfachen Verbindungen der Maschenräume jedoch müssen nothwendig manche Unregelmässigkeiten in dieser Blutbewegung eintreten, Aenderungen der Blutströme, vorübergehende Stockungen u. s.w., denen zwar durch die anderweitigen venösen Abzugskanäle, welche an der convexen Seite der Placenta sich befinden, entgegengearbeitet wird, die aber nichtsdestoweniger in vielen Fällen zu bleibenden Störungen und Blutgerinnungen führen, welche in der Placenta zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Als wesentliche Regulatoren zur Erhaltung einer geregelten Circulation in den mütterlichen Bluträumen der Placenta erscheinen: 1) Die Turgescenz der Chorionzotten, die unter normalen Verhältnissen wohl immer innerhalb grösserer Zeiträume dieselbe ist, und somit auch eine gleichbleibende Form der Spalträume zwischen denselben zur Folge hat. 2) Der Druck, den die Amnionflüssigkeit auf die *Membrana chorii* ausübt, durch welchen besonders die Weite der subchorialen Lacunen bestimmt wird, und 3) Die Contractionszustände des Uterus und der mütterlichen Placentargefässe.

Sitz der Placenta.

Die Placenta sitzt gewöhnlich am Grunde des Uterus, bald mehr an

der vorderen, bald mehr an der hinteren Wand, jedoch selten genau in der Mitte, sondern meist mehr auf einer Seite, so dass die eine oder andere Eileitermündung verlegt ist. Es kann jedoch der Mutterkuchen auch mehr gegen den Cervix rücken und ganz seitlich sitzen, ja es hat derselbe manchmal seine Lage selbst ganz unten, so dass er über das *Orificium uteri internum* herüberwuchert und dieses verstopft (*Placenta praevia*), welches Vorkommen sehr gefährlich ist. Gleich beim Beginne des Gebäractes wird in diesen Fällen mit der Eröffnung des Muttermundes die Placenta immer mehr vom Uterus getrennt, was beim Wegfalle einer dauernden Contraction, die sonst auf die Lösung der Placenta folgt, natürlich schon beim Beginne der Geburt furchtbare Blutungen bedingt, während in gewöhnlichen Fällen das Bersten der dem *Orificium uteri* anliegenden ganz gefässlosen Eihäute (Reflexa, Chorion, Amnion) durchaus ohne Nachtheil eintritt.

Placenta praevia.

Varietäten der Placenta.

Grössere Abweichungen der Placenta in der Form und im Baue sind nicht häufig. Ich zähle hierher 1) die *Plac. marginata mihi*, bei der das *Chorion frondosum* nur die Mitte der Placenta einnimmt, 2) die *Pl. succenturiata* Hyrtl mit einem mehr weniger getrennten Nebenlappen. Ausserdem beschreibt Hyrtl auch ganz kleine *Placentulae succenturiatae*, 3) die *Placenta duplex*. Diese Placenta mit zwei ganz getrennten Hälften ist von besonderem Interesse, da die Affen der alten Welt, mit Ausnahme der Anthropoiden normal eine solche Placenta haben, doch wird bei diesen Geschöpfen die zweite Placenta immer von den Gefässen der andern versorgt, während es beim Menschen Regel zu sein scheint, dass der Nabelstrang getheilt an beide Kuchen geht. Doch beschreibt Hyrtl eine *Pl. dimidiata*, bei der der Nabelstrang an der einen Placenta sich inserirte, und bildet auf Tab. XI eine *Pl. succenturiata* ab, die auch doppelt genannt werden könnte, die ebenso sich verhält. 4) Die *Placenta bipartita*. Sehr selten. 5) Die *Placenta multiloba* Hyrtl mit einer grösseren Zahl (bis zu 20—40) ganz getrennten Lappen, die jedoch immerhin so nahe beisammenstehen, dass keine grössere Aehnlichkeit mit den Cotyledonen der Wiederkäuer herauskommt, wie denn auch eine solche im Baue wohl sicher nicht vorhanden ist.

Nabelstrang.

Der Nabelstrang, *Funiculus umbilicalis*, den ich zum Schlusse noch beschreibe, ist ein zusammengesetztes Gebilde. Das gröbere anatomische Verhalten anlangend bemerke ich, dass derselbe in der Mitte der Schwangerschaft 13—21 cm Länge hat und eine Dicke von 9—11 mm besitzt. Beim ausgetragenen Embryo misst derselbe im Mittel 48—60 cm, und sind als Extreme auf der einen Seite 12—20 cm, auf der andern 1,67 m beobachtet. Die Dicke ist 11—13 mm. Fast immer ist derselbe spiralig gedreht in der Art, dass einmal der ganze

Strang eine Drehung zeigt, und zweitens im Innern die Arterien um die weniger gedrehte Vene herumlaufen, oder umgekehrt, so dass bis zu 36 und 40 Spiraltouren im Ganzen herauskommen. Diese Drehung, die nach der Mitte des 2. Monats beginnt und in den meisten Fällen vom Embryo aus von links nach rechts gegen die Placenta verläuft, hat Anlass zu ziemlich langwierigen Discussionen über die ihr zu Grunde liegenden Ursachen gegeben. Sehr wahrscheinlich ist es, dass durch ein in Spiralen fortschreitendes Wachsthum der Nabelgefässe, ähnlich wie bei Ranken, die Drehung des Stranges zu Stande kommt, welche dann auch den Embryo zu Drehungen veranlasst, denen er, weil er frei im Fruchtwasser schwimmt, keinen grösseren Widerstand entgegenzusetzen vermag. Dadurch wird auch die Scheide des Nabelstranges, jedoch nicht nothwendig ebenso stark wie die Gefässe, gewunden.

Mit der Placenta verbindet sich der Nabelstrang selten genau central, in der Regel jedoch nahe der Mitte, doch sind Ausnahmen hiervon und ein sonstiges abweichendes Verhalten nicht selten. In seltenen Fällen spaltet sich der Nabelstrang vor seiner Insertion und geht mit zwei Aesten an die Placenta heran (*Insertio furcata*, Hyrtl), was auch bei velamentöser Insertion gefunden wird (ich), oder es verbindet sich ein einfacher Strang stark excentrisch, ja selbst am Rande mit dem Mutterkuchen (*Insertio excentrica*, *marginalis*). Ja es kann selbst vorkommen, dass der Nabelstrang gar nicht an die Placenta, sondern an den zottenfreien Theil des Chorion sich inserirt und von hier aus seine Gefässe weiter gegen die Placenta hinsendet (*Insertio velamentosa*). Am Nabelstrange selbst finden sich als Abweichungen knotenartige Verdickungen und verdünnte Stellen, schleifenförmige Hervortreibungen der Gefässe und Verknäuelungen derselben, und wirkliche, durch Verschlingung der ganzen Nabelschnur während der Schwangerschaft oder bei der Geburt entstandene Knoten, und was seine Lage anlangt, so zeigen sich die verschiedenartigsten Beziehungen zum Embryo, namentlich auch in einzelnen Fällen Umschlingungen desselben um Hals, Rumpf und Extremitäten.

Die Zusammensetzung anlangend, so sind die den Nabelstrang bildenden Theile folgende:

Zusammensetzung des Nabelstranges.

1) Die Scheide vom Amnion, die sich nur an der Ansatzstelle des Stranges an der Placenta auf eine kurze Strecke ablösen lässt, dann aber sofort in ihrer Bindegewebslage mit dem Bindegewebe des Stranges untrennbar verschmilzt.

2) Die zwei *Arteriae umbilicales*. Diese Gefässe, die nur in sehr seltenen Fällen in der Einzahl vorkommen, erweitern sich vom Fötus nach der Placenta zu und zeigen fast ausnahmslos in der Gegend

der *Insertio funiculi* eine Anastomose und zwar meist durch einen Verbindungsast.

3) Die *Vena umbilicalis.* Diese Vene, die in seltenen Fällen doppelt sich erhält, wie sie bei jungen Embryonen und bei gewissen Säugethieren, wie den Wiederkäuern, sich findet, ist dünnwandiger als die Arterien, und besitzt im Innern an den Knickungen faltenartige Vorsprünge, welche Hyrtl als »Klappen« bezeichnet und weniger entwickelt auch an den Arterien findet.

4) Der Urachus oder genauer bezeichnet die epitheliale Blase der Allantois. Diese Lamelle, die ich die Allantois im engeren Sinne nennen will, ist im 1. und 2. Monate ein regelrechter Bestandtheil des Nabelstranges, schwindet dann aber in einer noch nicht genauer bestimmten Zeit. Doch habe ich in so vielen Fällen im reifen Nabelstrange noch Reste der Allantois gefunden, dass ich Grund habe, dieses Vorkommen als ein nicht seltenes betrachten zu dürfen. Diese Reste bestanden in einem meist central zwischen den Gefässen gelegenen Strange von 0,076—0,114 mm Breite, der ganz und gar aus epithelartigen Zellen bestand, jedoch in keinem Falle auf grössere Strecken zu verfolgen war und bald am fötalen Ende, bald in der Mitte des Stranges vorkam.

5. Die *Vasa omphalo-mesenterica.* Diese Gefässe finden sich, wie schon früher angegeben wurde, sehr selten im reifen Nabelstrange.

Wharton'sche Sulze.

Alle genannten Theile werden durch ein zum Theil weiches und gallertartiges, zum Theil festeres Bindegewebe zusammengehalten, das unter dem Namen der Wharton'schen Sulze bekannt ist und bei genauerer Untersuchung eine ziemlich constante Vertheilung der weicheren und festeren Theile zeigt. Die letzteren bilden 1) eine dünne, oberflächliche Lage unter dem Epithel; 2) eine Scheide um jedes der drei Gefässe, und 3) eine Art Centralstrang, welcher mit drei Ausläufern zwischen den Gefässen auch gegen die Oberfläche sich erstreckt und hier in drei verbreiterte Massen gallertiger Substanz ausläuft, welche an der Oberfläche des Nabelstranges in Form dreier weisslicher Streifen sichtbar sind. Die mehr gallertartigen Theile des Nabelstranges bestehen 1) aus den drei oberflächlichen Gallertsträngen an den Enden des centralen Stranges; 2) aus einer oberflächlichen Lage unter der dünnen Rindenschicht und 3) aus inneren Zwischenlagen zwischen den Gefässscheiden und dem Centralstrange von wechselnder Entwicklung, welche Lagen alle ohne scharfe Grenzen in die festeren Theile übergehen.

Feinerer Bau des Nabelstranges.

Den Bau des Nabelstranges anlangend, so war von dem Epithel schon früher die Rede. Die Wharton'sche Sulze besteht in ihren weicheren Theilen, ähnlich dem Unterhautbindegewebe von Embryonen, aus einem Netzgewebe von weichen Fasern und dazwischen befindlicher

gallertiger Substanz. Genauer bezeichnet, zeigt diese Sulze stärkere und schwächere Züge von Fibrillen, die, meist in der Längsrichtung verlaufend, netzförmig untereinander sich vereinen, und Maschen verschiedener Grösse bilden, in denen eine weiche, schleimartige helle Substanz enthalten ist. In den oben namhaft gemachten festeren Theilen ist dieses Gewebe dichter mit engeren Maschen, stärkeren Bündeln und weniger Zwischensubstanz, lockerer in den dazwischen gelegenen Theilen. Was dieses Schleimgewebe (Virchow) oder gallertige Bindegewebe (ich) noch auszeichnet, ist das Vorkommen zahlreicher mannigfaltig gestalteter, grosser, meist spindel- und sternförmiger Zellen, zum Theil auch runder Elemente mit amöboider Bewegung und in ausgetragenen Placenten auch von elastischen Fasern.

Von den Gefässen des Nabelstranges ist hinsichtlich des Baues zu erwähnen, dass dieselben eine ungemein entwickelte Muskelhaut mit Längs- und Querfasern haben und auch sehr contractil sind. Ausser den grösseren Gefässen enthält der Nabelstrang keine Blutgefässe und ebenso sind auch in ihm noch keine Lymphgefässe nachzuweisen gewesen. Dagegen hat Köster durch Einstich sogenannte Saftkanäle injicirt, welche reichlich anastomosirend die ganze Wharton'sche Sulze durchziehen, und deren Wandungen von den oben erwähnten verlängerten Zellen gebildet werden sollen, die Köster als Homologa der Gefässepithelien ansieht, Angaben, die mir nicht ohne Begründung erscheinen.

Nerven hat man bis jetzt nur in der Nähe des Embryo im Nabelstrange an den Gefässen desselben gefunden.

Werfen wir nun noch einen Blick auf das Verhalten der Eihüllen bei der Geburt und die Wiederherstellung eines normalen Zustandes der Uterusschleimhaut. Unmittelbar nach der Geburt stossen sich die Eihüllen mit der Placenta ab und zeigt in regelrechten Fällen die sogenannte Nachgeburt (*Secundinae*) die ganze fötale Placenta und von der mütterlichen Placenta den innersten Theil, die oben beschriebene *Decidua placentalis*. Man findet ferner die beiden verwachsenen Deciduae und das Chorion und Amnion meist ziemlich gut erhalten in Verbindung mit der Placenta in der Form eines Sackes, der natürlich an Einer Stelle, die, je nach dem Sitze der Placenta, derselben näher oder ferner liegt, eingerissen ist. Die *Decidua vera* und *placentalis* der Nachgeburt bestehen, wie schon aus den früheren Schilderungen hervorgeht, nicht aus der ganzen Schleimhaut des Uterus, vielmehr löst sich die Schleimhaut meistens an der Grenze der Zellenschicht und der schwammigen Lage ab, so dass bald etwas von der letztern an der Nachgeburt sich findet, bald nicht.

Nachgeburt.

Nach der Geburt stossen sich dann während der Lochien immer noch vorzüglich von der Placentarstelle, die durch ihre unebene, zackige,

zerrissene Oberfläche und die von Thromben erfüllten abgerissenen grossen Venen sich auszeichnet, aber auch von den übrigen Gegenden Theile der Uterinschleimhaut ab. So löst sich nach und nach fast der ganze schwammige Theil der Schleimhaut, der die erweiterten, des Epithels mehr weniger entbehrenden Drüsenräume enthält, ab, und erhalten sich nur die tiefsten, an die Muscularis angrenzenden Lagen der Mucosa, in denen die wenig veränderten Drüsenenden sich finden, und von diesen aus regenerirt sich dann die Mucosa in Zeit von 3—5 Wochen, mit Inbegriff der Placentarstelle. Hierbei scheint von dem Epithel der Drüsenreste aus das Oberflächenepithel sich zu erzeugen durch Vorgänge, die noch nicht hinreichend verfolgt sind.

Extrauterinschwangerschaften.

Anmerkung. Ich füge noch einige Angaben über das Verhalten der Eihüllen und der Placenta unter aussergewöhnlichen Verhältnissen bei. Es giebt Fälle, in denen das befruchtete Ei nicht in den Uterus gelangt und trotzdem sich entwickelt. Das Ei bleibt entweder in den Tuben liegen (gewöhnliche Tubarschwangerschaft und interstitielle Schwangerschaft, wenn das Ei in dem Theile des Eileiters sitzen bleibt, der durch die Substanz des Uterus verläuft, welche letztere Form wohl nicht mit der nöthigen Bestimmtheit nachgewiesen ist), oder es gelangt dasselbe gar nicht in die Tuben, sondern verirrt sich in die Beckenhöhle und setzt sich da oder dort hinter den breiten Mutterbändern fest (Abdominalschwangerschaft). In beiden Fällen läuft die Entwicklung des Eies selbst in regelrechter Weise ab und entstehen die normalen fötalen Hüllen, was freilich weniger merkwürdig ist, als dass auch eine Art *Decidua vera* und *Placenta uterina* sich ausbildet und eine Verbindung des Eies mit dem mütterlichen Organismus entsteht, die eine ziemlich gute Ernährung der Frucht ermöglicht. Bei der Abdominalschwangerschaft veranlasst das Ei einen Congestionszustand der benachbarten Theile, und bildet sich nach und nach eine solche Hypertrophie des Bauchfelles aus, dass dasselbe befähigt wird, die Rolle der *Mucosa uteri* zu übernehmen, und was die Tubarschwangerschaft anlangt, so ist die hier eintretende Bildung regelrechter mütterlicher Eihüllen, mit Ausnahme einer Reflexa, um das sich entwickelnde Ei leichter zu verstehen, weil ja hier eine Schleimhaut vorhanden ist, welche die des Uterus vertreten kann. Bemerkenswerth ist, dass bei den Tubar- und Abdominalschwangerschaften der Uterus, obwohl er an der Bergung und Ernährung des Eies keinen Antheil nimmt, doch etwas an Grösse zunimmt und in seiner Schleimhaut hypertrophisch wird, so dass sich neben der andern eine ächte *Decidua vera* wenigstens in der Anlage bildet. Ganz dasselbe findet in dem leeren Uterustheile statt, wenn in einem Uterus duplex oder bicornis nur Ein Fötus sich entwickelt.

Zwillingsschwangerschaften.

Bei Zwillingsschwangerschaften zeigen die Eihüllen und die Placenten ein sehr verschiedenes Verhalten, und sind folgende Fälle zu unterscheiden.

1. Es finden sich zwei ganz getrennte Eier mit zwei Placenten und zwei *Deciduae reflexae*.

Diese Form erklärt sich am leichtesten, wenn man annimmt, dass 2 Eier durch verschiedene Tuben in den Uterus eintraten und in einer gewissen Entfernung von einander sich einpflanzten. In zwei Fällen, die ich genau unter-

suchte, zeigte der Eine zwei ganz getrennte, aber z. Th. verklebte Reflexae, der andere zwei an der Berührungsstelle der Eier dergestalt verwachsene Reflexae, dass dieselben nur Eine einzige sehr dünne Lage darstellten, in die von beiden Seiten her die Zotten der zwei glatten Theile des Chorion sich einsenkten. Ausserdem war die Eine Placenta an der einen Hälfte eine *Pl. marginata* (s. S. 147).

2. Zwei ganz getrennte Eier besitzen nur Eine Reflexa.

In diesem Falle, der häufiger ist als der vorige (Hyrtl), sind die Placenten verwachsen, aber die Umbilicalgefässe getrennt. Das Chorion ist doppelt, aber an der Berührungsstelle verwachsen und nicht in zwei Lamellen trennbar (Hyrtl). Derselbe setzt voraus, dass zwei Eier nahe beisammen im Uterus sich fixirten, was am leichtesten geschehen wird, wenn die Eier durch einen und denselben Eileiter eintreten, mögen sie nun aus Einem Follikel stammen oder nicht.

3. Es finden sich zwei Amnion, zwei Nabelschnüre, Eine Placenta, Ein Chorion, Eine Reflexa.

Nach Hyrtl häufiger als 1 und 2, nach Späth seltener. Die fötalen Gefässe der beiden Nabelschnüre anastomosiren immer auf der Placenta (daher bei Zwillingen immer auch der peripherische Theil der Nabelschnur des Erstgeborenen zu unterbinden ist) und sind die Zwillinge Eines Geschlechtes. Die Erklärung dieser Fälle ist noch zweifelhaft. Entweder waren Anfangs zwei getrennte Chorion da, wie bei 2, die dann nachträglich an der Berührungsstelle schwanden (Bischoff), oder es war der Ausgangspunct ein Ei mit doppeltem Dotter, wie sie Barry und Wh. Jones gesehen haben wollen, ebenso Bischoff wenigstens in Andeutung, oder ein Ei mit zwei Keimbläschen, wie ich sie beim Menschen gesehen (Gewebel. 5. Aufl. Fig. 400 *D*). Aus solchen Eiern könnten möglicherweise zwei Keimblasen und zwei Chorion innerhalb Einer *Zona pellucida* entstehen und müsste dann noch eine Verschmelzung der beiden Chorion angenommen werden. Noch zusagender aber scheint mir die Vorstellung, dass in diesen Fällen die Entwicklung mit zwei Fruchthöfen in einer gewissen Entfernung von einander auf Einer Keimblase begann. Dies gäbe zwei Amnion, aber nur Eine seröse Hülle, und würde dann nothwendig eine Verschmelzung der beiden Allantois und ihrer Gefässe bei ihrer Ausbreitung innen an der serösen Hülle eintreten müssen. Der Dottersack müsste einfach sein mit zwei Dottergängen. Solche Eier mit Einem Dottersacke, zwei Dottergängen, zwei Amnion und zwei Allantois baben ich beim Hühnchen und Dr. M. Braun bei Eidechsen gesehen (Braun, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVII), und Panum beschreibt wenigstens getrennte Fruchthöfe auf Einem Dotter.

4. Wie bei 3, nur ist auch das Amnion einfach.

Ein sehr seltener Fall, der nur eine Keimblase mit zwei getrennten Embryonen auf Einem Fruchthofe als Ausgangspunct gehabt haben kann, wie sie C. F. Wolff (*Ovum simplex gemelliferum in Novi Comment. Ac. Petropol. Tom. XIV 1770*) und Allen Thomson (*Edinb. Monthly medical Journ. 1844*) vom Hühnchen beschrieben haben, und den nächsten Uebergang zu den Doppelmissbildungen darstellt.

Drillingsschwangerschaften.

Bei Drillingen hat man den Fall 3 mit Einem Chorion gesehen, aber auch getrennte Chorion (Nr. 2), ja selbst getrennte Reflexen (Nr. 1). In Einem Falle war ein Ei selbständig, die andern beiden nach dem Typus 3 vereinigt. Von Fünflingen ist ein Fall bekannt, in dem 3 Embryonen Eine Placenta

und Ein Amnion hatten und die andern zwei sich ebenso verhielten. (*Biblioth. Med. T. XIX pag. 374.*)

§ 20.

Entwicklung der menschlichen Eihüllen.

Entwicklung der menschlichen Eihüllen.

Nachdem die Eihäute des Menschen aus der Mitte der Schwangerschaft und aus späterer Zeit geschildert worden sind, wenden wir uns zur Frage nach ihrer Entstehung.

Entwicklung des Chorion.

Das Chorion ist bei allen Säugethieren aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt, und zwar 1) aus einer Epithelialschicht nach aussen, welche auch die Zotten überzieht, und 2) aus einer Bindegewebsschicht mit Gefässen nach innen. Die Epithelialschicht ist, wie alle bisher angestellten Beobachtungen unzweifelhaft darthun, nichts Anderes als die seröse Hülle, deren Entwicklung mit der Bildung des Amnion in nahem Zusammenhange steht (Fig. 125). Die Bindegewebsschicht des Chorion stammt bei den meisten Thieren von der Allantois, es kann jedoch, wie bei den Nagern, auch der Dottersack Gefässe an die äussere Eihülle abgeben und sich so an der Bildung des Chorion betheiligen. Es ist nun die Frage, wie die Verhältnisse in dieser Beziehung beim Menschen sich gestalten, ob wir berechtigt sind, die bei Thieren geltenden Gesetze auch auf denselben überzutragen, oder ob wir für ihn besondere specifische Verhältnisse anzunehmen haben. Vor allem ist zu betonen, dass unsere Kenntnisse über die ersten Zustände menschlicher befruchteter Eier äusserst mangelhaft sind und dass sich daher über das erste Auftreten des Chorion nichts ganz Bestimmtes sagen lässt. Während man bis vor Kurzem annehmen durfte, dass Zotten auf dem menschlichen Eie erst auftreten, nachdem das Amnion gebildet ist, und auch die zwei Fälle von Thomson (Figg. 110, 111) einer solchen Deutung nicht gerade entgegen waren, sind wir in dieser Beziehung durch den oben beschriebenen Fall von Reichert (Figg. 108, 109) wieder in Zweifel gerathen, die für einmal sich nicht lösen lassen. Doch lässt sich immerhin so viel sagen, dass, wenn das Ei von Reichert ein normales gewesen sein sollte, dannzumal eine Bildung der Zotten auf dem Ectoderma der Keimblase anzunehmen wäre, noch bevor dasselbe in Amnion und seröse Hülle sich gesondert hat und bevor der Embryo angelegt ist.

Ist dem Gesagten zufolge wenigstens so viel mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Epithelschicht des Chorion von dem Ectoderma der Keimblase abstammt, so lässt sich auf der andern Seite mit Sicherheit festsetzen, dass die innere Lage des Chorion einer Umbildung der Allantois ihren Ursprung verdankt, denn es ist dieselbe, wie Coste zuerst be-

wiesen hat, in frühester Zeit (im 1. und im Anfange des 2. Monates) in ihrem ganzen Umkreise gefässhaltig und wird von den Nabelgefässen versorgt.

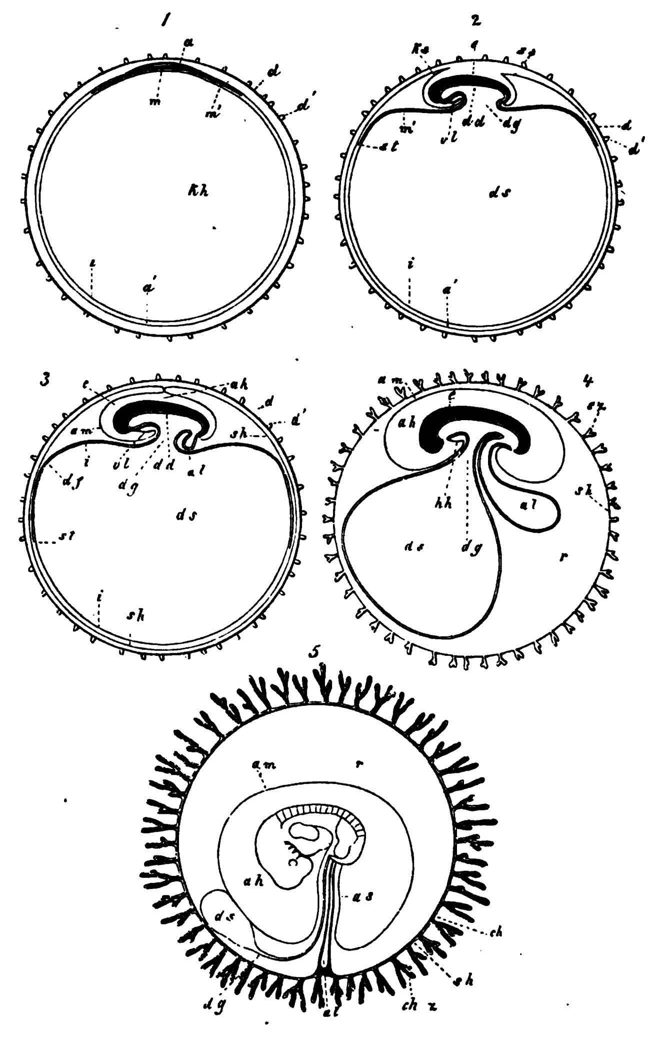


Fig. 125.

Fig. 125. Fünf schematische Figuren zur Darstellung der Entwicklung der fötalen Eihüllen, in denen allen, mit Ausnahme der letzten, der Embryo im Längsschnitte dargestellt ist. 1. Ei mit *Zona pellucida*, Keimblase, Fruchthof und Embryonalanlage. 2. Ei mit in Bildung begriffenem Dottersacke und Amnion. 3. Ei mit sich schliessendem Amnion, hervorsprossender Allantois. 4. Ei mit zottentragender serö-

Fragen wir nun, in welcher Weise sich die Allantois an der Bildung der erwähnten gefässhaltigen Schicht des Chorion betheiligt, so ergiebt sich nach meinen Erfahrungen folgendes. Die Allantois wächst als Blase nur soweit aus dem Embryo hervor, bis sie die seröse Hülle erreicht hat. Ist dies geschehen, so wuchert dann ihre Bindegewebsschicht mit den Blutgefässen für sich allein an der ganzen inneren Oberfläche der serösen Hülle weiter und bildet eine Blase, welche der inneren Oberfläche der serösen Hülle anliegt, jedoch mit der ursprünglichen Allantois nichts mehr zu thun hat und nur einer Wucherung der Gefässschicht derselben ihren Ursprung verdankt. Der Rest der eigentlichen Allantois oder die Epithelialschicht derselben verschwindet dann später, ohne eine weitere Bedeutung zu erlangen, und ist alles, was von der ursprünglichen Blase übrig bleibt, die Harnblase mit dem bis zum Nabel sich erhaltenden Urachus, von denen später die Rede sein wird. Dieser Auffassung zufolge würde somit beim Menschen die Allantois als Blase an der Bildung des Chorion keinen Antheil nehmen, und als solche nur eine vorübergehende Existenz haben, dagegen ihre bindegewebige äussere Haut mit den Nabelgefässen mächtig sich entwickeln, an der Innenfläche der serösen Hülle herum wuchern und so das eigentliche bindegewebige Chorion darstellen, von welchem aus dann in zweiter Linie, wie sich von selbst versteht, später Wucherungen in die hohlen Zotten sich hineinbilden, durch welche das Chorion erst ganz zur Vollendung kommt.

Die späteren Schicksale des Chorion sind grösstentheils bekannt

ser Hülle, grösserer Allantois, Embryo mit Mund- und Anusöffnung. 5. Ei, bei dem die Gefässschicht der Allantois sich rings an die seröse Hülle angelegt hat und in die Zotten derselben hineingewachsen ist, wodurch das ächte Chorion entsteht. Dottersack verkümmert, Amnionhöhle im Zunehmen begriffen.

d Dotterhaut, *d'* Zöttchen der Dotterhaut; *sh* seröse Hülle; *sz* Zotten der serösen Hülle; *ch* Chorion (Gefässschicht der Allantois); *chz* ächte Chorionzotten (aus den Fortsätzen des Chorion und dem Ueberzuge der serösen Hülle bestehend); *am* Amnion; *ks* Kopfscheide des Amnion; *ss* Schwanzscheide des Amnion; *ah* Amnionhöhle; *as* Scheide des Amnion für den Nabelstrang; *a* der Embryonalanlage angehörende Verdickung im äussern Blatte der Keimblase *a'*; *m* der Embryonalanlage angehörende Verdickung im mittleren Blatte der Keimblase *m'*, die anfänglich nur so weit reicht, als der Fruchthof, und später die Gefässschicht des Dottersacks *df* darstellt, die mit der Darmfaserplatte zusammenhängt; *st* *Sinus terminalis;* *dd* Darmdrüsenblatt, entstanden aus einem Theile von *i*, dem innern Blatte der Keimblase (späterem Epithel des Dottersacks); *kh* Höhle der Keimblase, die später zu *ds*, der Höhle des Dottersacks wird; *dg* Dottergang; *al* Allantois; *e* Embryo; *r* ursprünglicher Raum zwischen Amnion und Chorion, mit eiweissreicher Flüssigkeit erfüllt; *vl* vordere Leibeswand in der Herzgegend; *hh* Herzhöhle ohne Herz dargestellt. — In Fig. 2 und 3 ist der Deutlichkeit wegen das Amnion zu weit abstehend gezeichnet. Ebenso ist die Herzhöhle überall zu klein gezeichnet und auch sonst manches, wie bes. der Leib des Embryo mit Ausnahme der Fig. 5 nur schematisch dargestellt.

und habe ich nur Weniges noch beizufügen. Haben sich einmal in der vierten Woche die Umbilicalgefässe im ganzen Chorion sammt dem sie tragenden Bindegewebe in die hohlen Zotten der serösen Hülle hineingebildet, so wächst das Chorion eine Zeitlang in allen seinen Theilen gleichmässig fort, bis gegen das Ende des zweiten Monates. Dann erst und im dritten Monate beginnt die fötale Placenta sich zu bilden, indem an der Stelle, mit welcher das Ei der Uteruswand anliegt, die Zotten immer weiter wuchern, während dieselben an den übrigen Stellen im Wachsthume zurückbleiben und ihre Gefässe atrophisch werden. So bildet sich nach und nach der Unterschied zwischen einem zottenreichen und zottenarmen, zwischen dem gefässhaltigen und gefässlosen Theile des Chorion aus.

Von dem Nabelstrange habe ich noch zu bemerken, dass seine Bindegewebsschicht oder die WHARTON'sche Sulze offenbar zum grössten Theile von der Allantois abstammt, einem geringen Theile nach mag dieselbe auch von dem Bindegewebe herrühren, das dem Dottergange und den Dottersackgefässen angehört. Der von der Allantois herstammende Theil und der Stiel des Dottersackes sind in sehr frühen Zeiten als besondere Gebilde deutlich zu unterscheiden, und liegt letzterer Theil wie in einer Furche des ersteren, später aber umwächst der zur Allantois gehörige Theil vollständig den Dottergang und seine Annexa, und bildet sich so unter Mitbetheiligung der immer enger werdenden Nabelstrangscheide des Amnion ein einfacher cylindrischer Strang, an dem man keine Spur der ursprünglichen Verhältnisse mehr erkennt.

Mütterliche Eihüllen.

Ich wende mich nun zur Entwicklungsgeschichte der mütterlichen Eihüllen und erwähne zunächst die wichtige Thatsache, dass die *Decidua reflexa* bei jüngeren Eiern Gefässe enthält und zwar um so mehr, je jünger dieselbe ist, mit einziger Ausnahme einer narbenähnlichen Stelle in der Mitte. Ausser diesen Gefässen, die man im zweiten Monate deutlich erkennt, zeigt die Reflexa ebenfalls mit Ausschluss ihrer Mitte in frühen Stadien fast überall Drüsenmündungen oder jene Löcher, die ich schon früher von der *Decidua vera* beschrieben habe.

Decidua reflexa.

Ueber die Entstehung dieser Haut hatte man früher ganz unrichtige Vorstellungen, weil man von der falschen Ansicht ausging, dass die Oeffnungen der Tuben durch die als Exsudat aufgefasste *Decidua vera* verschlossen seien. Von dieser Voraussetzung ausgehend behauptete man, das Ei schiebe, wenn es aus dem Eileiter in den Uterus gelange, diese Membran vor sich her, stülpe sie ein und dehne sie dann durch sein eigenes Wachsthum zu einer besonderen Umhüllung aus, die ihrer Bildungsweise halber den Namen *Decidua reflexa* erhielt. Mit der Erkennt-

niss, dass die *Decidua vera* nichts als die umgewandelte Schleimhaut des Uterus sei, trat auch in der Geschichte der Reflexa ein Wendepunkt ein, und folgt man jetzt allgemein der zuerst von SHARPEY aufgestellten Hypothese. Dieser Forscher nimmt an, dass das Ei, nachdem es in die Höhlung des Uterus eingetreten, sich in eine Falte der gewulsteten Schleimhaut oder der *Decidua vera* einbette, worauf dann diese über das Ei herüberwuchere und es vollständig einschliesse.

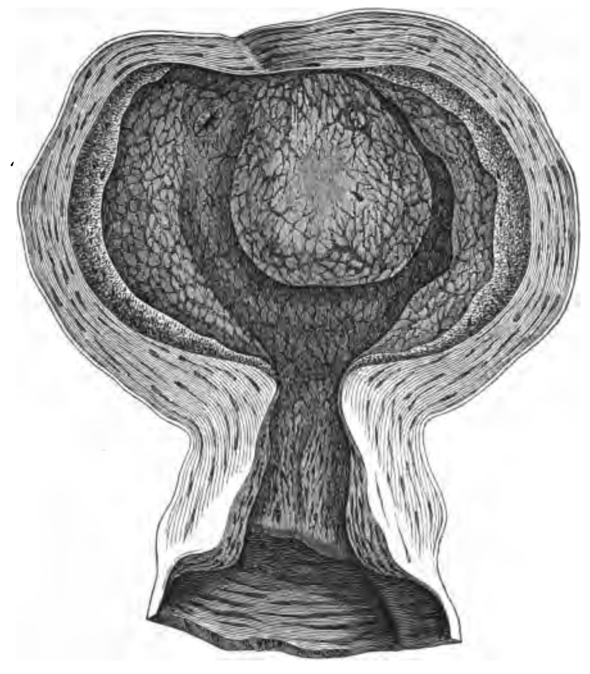


Fig. 126.

Die Möglichkeit solcher Vorgänge ist nicht zu läugnen, immerhin soll nicht verschwiegen werden, dass es noch Niemand gelungen ist, ein Ei im Momente der Bildung der Reflexa zu sehen, mit andern Worten eine noch nicht vollkommen geschlossene Reflexa zu beobachten, wenn auch jene früher schon erwähnte narbenähnliche Stelle auf der Mitte der Reflexa in hohem Maasse für die Theorie von SHARPEY spricht.

Hat sich die Uterusschleimhaut als Reflexa um das Ei zu einem Sacke geschlossen, so findet man anfangs das rings mit Zotten besetzte Ei noch ganz frei und kann man dasselbe noch in der vierten Woche leicht aus seinem Behälter herausnehmen, ja selbst im zweiten Monate ist die Trennung meist ganz leicht; am Ende des zweiten Monates aber bilden sich die Zotten auf der Placentarseite mehr aus, und im dritten Monate wird die Verbindung des Eies mit dem Uterus immer ausge-

Fig. 126. Schwangerer Uterus von etwa 40 Tagen, um die Hälfte verkleinert. Nach COSTE. Der Uterus ist von vorn geöffnet und sieht man an seiner hintern Wand und am Grunde die das Ei umschliessende Reflexa und an der Seite derselben Eine Tubamündung. Die Reflexa ist mit Gefässen besät, die mit denen der Vera zusammenhängen, mit Ausnahme Einer Stelle, an der wie eine Narbe sich findet.

sprochener. Die innige Vereinigung des Eies und der Uterinschleimhaut kommt dadurch zu Stande. dass zuerst die ganze dem Eie zugekehrte Fläche der letzteren, mithin auch die Innenfläche der Reflexa und nicht blos die Stelle der spätern *Placenta uterina* grubig wird, und ein maschiges, bienenwabenähnliches Ansehen annimmt. Diese Gruben verschwinden später an der Reflexa, an dem Theile dagegen, der zum Mutterkuchen sich gestaltet, werden dieselben immer grösser, indem die Schleimhaut den Chorionzotten entgegenwuchert und dieselben immer inniger umschliesst. Meiner Ueberzeugung nach darf man es als sicher betrachten, dass die Chorionzotten beim Menschen nicht in Uterindrüsen hineinwuchern. Meinen Erfahrungen zufolge verschwinden nämlich die Drüsenmündungen in der *Placenta uterina* in der kürzesten Zeit und sind am Ende des ersten Monates zu einer Zeit, wo das Ei noch gar keine



Fig. 127.

Fig. 127. Der Uterus der Fig. 126 mit geöffnetem Sacke der Reflexa. Vergr. $^1/_2$mal. Nach COSTE. Ein Lappen der Reflexa ist nach unten geschlagen und zeigt derselbe eine grubige innere Oberfläche, in welcher Chorionzotten stecken. Aehnliche und tiefere Gruben zeigte auch die Placentarstelle, nachdem das Ei herausgenommen war. Das Chorion ist durch einen Kreuzschnitt geöffnet, so dass der Embryo mit seinem Amnion, dem Nabelstrang und dem Dottersack zwischen Amnion und Chorion sichtbar wird.

Verbindung mit dem Uterus eingegangen hat, nicht mehr nachzuweisen, obschon in der Tiefe dieser Lage noch Drüsenreste sich finden (s. oben). Der Mensch schliesst sich somit an die Geschöpfe an, bei denen die Uterinschleimhaut mit ihrer gesammten Oberfläche den Chorionzotten entgegenwuchert und dieselben umfasst. Im dritten und vierten Monate ist die Vereinigung schon sehr innig geworden, und geht um diese Zeit das Gewebe der *Placenta uterina*, reichlich wuchernd und weite dünnwandige Blutgefässe in grosser Zahl in sich entwickelnd, weit gegen das Chorion hin und kann selbst die Stämme der Zotten an ihrem Ausgangspuncte erreichen. Im weiteren Verlaufe hält jedoch das Uteringewebe der Placenta im Wachsthum mit den Chorionzotten nicht gleichen Schritt, und erhalten sich schliesslich nur die oben beschriebenen Reste in den Septa und an der *Membrana chorii*.

Am schwierigsten ist die Beantwortung der Frage, wie es dazu kommt, dass das mütterliche Placentargewebe, das doch unzweifelhaft ursprünglich ein geschlossenes Gefässsystem mit Capillaren besitzt, später jene eigenthümliche Anordnung darbietet, die oben beschrieben wurde, wonach sowohl Arterien als Venen schliesslich in wandungslose Räume zwischen den Zotten auslaufen. Da directe Beobachtungen in dieser Beziehung bis jetzt keine Auskunft geben, so bleibt nichts anderes übrig, als die Lücke durch eine Hypothese zu ergänzen, und da scheint mir die Vorstellung am meisten für sich zu haben, dass die wuchernden Chorionzotten das mütterliche Placentargewebe von allen Seiten anfressen und theilweise zerstören, und so eine Eröffnung der Gefässe desselben herbeiführen, die naturgemäss zu einem allmäligen Eindringen des mütterlichen Blutes in die intervillösen Räume führen muss. Noch zusagender wäre freilich, wenigstens vom vergleichend anatomischen Gesichtspuncte aus, eine andere Hypothese, und zwar die, dass anfänglich alle Chorionzotten von Scheiden mütterlichen Gewebes mit Blutgefässen umhüllt sind, welche Scheiden sogar einfach als endotheliale Gefässröhrchen aufgefasst werden könnten, ähnlich den kleinen Venen der Milz. Nähme man dann ferner an, dass an diesen Scheiden später das Endothel verloren geht, so würden aus den zartwandigen mütterlichen Gefässen einfache Sinus entstehen und die so auffallenden Verhältnisse der Placenta gegeben sein. Da jedoch bis jetzt solche Umhüllungen der Chorionzotten durch mütterliches Gewebe zu keiner Zeit der Schwangerschaft zur Beobachtung kamen, so wird diese Hypothese auch keine Ansprüche auf Geltung zu erheben im Stande sein, während für die erste Auffassung vor Allem der Umstand spricht, dass, wie längst bekannt, ein Hineinwachsen von Chorionzotten in mütterliche Gefässkanäle selbst an älteren Placenten noch zu beobachten ist.

Zweiter Hauptabschnitt.

Von der Entwicklung der Organe und Systeme.

I. Entwicklung des Knochensystems.

§. 21.

Wirbelsäule, Rippen, Brustbein.

Entwicklung der Wirbelsäule.

Chorda dorsalis.

Wie wir in früheren §§ sahen, geht der Bildung der Wirbelsäule und des Skelettes überhaupt die Entstehung der Rückensaite oder der *Chorda dorsalis* voraus, eines im Allgemeinen spindelförmigen Stranges, welcher, in der Axe des Embryo gelegen, vorn im Kopfe zugespitzt endigt und am hinteren Ende so lange ohne scharfe Abgrenzung ausgeht, als die erste Anlage der Wirbelsäule noch nicht vollendet ist, und, sobald dies der Fall ist, ebenfalls spitz aufhört. Die *Chorda dorsalis* besteht ursprünglich aus einem einfachen Zellenstrange, in zweiter Linie erhält dieselbe eine structurlose Scheide, die eigentliche oder innere Chordascheide, die nach und nach etwas dicker wird und an einer ausgebildeten Chorda als ein glashelles, dünnes Umhüllungsgebilde erscheint, während das ganze Organ ebenfalls an Breite zunimmt und auch seine Elemente etwas sich vergrössern und zu polygonalen, allem Anscheine nach mit Membranen versehenen Zellen mit hellerem Inhalte sich umgestalten.

Die *Chorda dorsalis*, die als eine Art Knorpelstrang gedeutet werden kann, ist der Vorläufer der Wirbelsäule, und bildet sich diese aus den zu beiden Seiten derselben gelegenen Urwirbeln in einer Weise hervor, die in einem früheren § vom Hühnchen ausführlich dargestellt wurde. Es ergab sich, dass der tiefere und an das Rückenmark angrenzende Theil der Urwirbel oder der eigentliche Urwirbel in seiner Hauptmasse zur Umhüllung der Chorda und des Rückenmarkes verwendet wird und hierbei in Eine zusammenhängende Masse verschmilzt, die den Namen

Häutige Wirbelsäule.

der häutigen Wirbelsäule erhalten hat. An dieser ist 1) ein Axengebilde in Form eines dicken ungegliederten Stranges, der Vorläufer der Wirbelkörpersäule, zu unterscheiden, das in seiner ganzen Länge die *Chorda dorsalis* enthält, und 2) unmittelbar mit demselben zusammenhängende häutige Ausläufer nach oben, die sogenannte *Membrana reuniens superior* oder die häutigen Wirbelbogen, welche eine vollständige Scheide um das Rückenmark darstellen, die nur da unterbrochen ist, wo in der Gegend der späteren *Foramina intervertebralia* die grossen Spinalganglien ihre Lage haben. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich auch bei den Säugethieren, und stellt die Fig. 249 meiner Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl., einen früheren Zustand der Wirbelsäule des Kaninchens dar.

Knorpelige Wirbelsäule.

Nachdem die häutige Wirbelsäule eine kurze Zeit bestanden hat, wandelt sich dieselbe in die knorpelige Wirbelsäule um, in welcher zum ersten Male die Anlagen der bleibenden Wirbel als besondere Organe auftreten. Diese Umwandlung geschieht so (Fig. 129), dass in dem die *Chorda dorsalis* umgebenden Axengebilde von Stelle zu Stelle durch histologische Differenzirung rings um die Chorda herum Knorpelgewebe auftritt, welches Gewebe dann auch eine Strecke weit in die häutigen Bogen hinein sich entwickelt. So entstehen wie aus Einem Gusse geformte zahlreiche Anlagen knorpeliger Wirbelkörper mit dazu gehörenden knorpeligen Wirbelbogen, welche letzteren jedoch anfangs an der Dorsalseite nicht vereinigt sind, sondern das Rückenmark in grosser Breite unbedeckt lassen (Fig. 130).

Der nicht zu den knorpeligen Wirbelanlagen sich umbildende Theil der häutigen Wirbelsäule gestaltet sich zu den *Ligamenta intervertebralia* und den übrigen Wirbelbändern, doch geht die Umwandlung in diese Theile zum Theil sehr langsam vor sich, und erhält sich z. B. die ursprüngliche *Membrana reuniens superior* noch lange Zeit als Verschluss des Wirbelkanals. Beachtung verdient ferner, dass die Zwischenwirbelbänder anfangs den knorpeligen Wirbelkörpern im Baue sehr nahe stehen und auch später, wenn das Bindegewebe in ihnen schon entschiedener auftritt, neben demselben reichliches Knorpelgewebe entwickeln, Verhältnisse, die im Hinblicke auf die Wirbelsäulen der niederen Wirbelthiere nicht ohne Interesse sind.

Beziehungen der Urwirbel zu den knorpeligen Wirbeln.

Mit Hinsicht auf die Beziehungen der knorpeligen Wirbel zu den Urwirbeln so hat Remak beim Hühnchen gefunden, dass dieselben einander nicht entsprechen. Es geht nämlich bei den Vögeln nicht einfach jeder Urwirbel in einen knorpeligen Wirbel über, vielmehr gliedert sich die durch Verschmelzung der eigentlichen Urwirbel entstandene häutige Wirbelsäule bei ihrem Uebergange in das Knorpelstadium neu in der

Art, dass die Grenzen der knorpeligen Wirbelkörper den mittleren Regionen der früheren Urwirbel und umgekehrt entsprechen, sodass somit die *Ligamenta intervertebralia* aus den mittleren Theilen der früheren Urwirbel hervorgehen würden. Ganz dieselbe »Neugliederung« der Wirbelsäule findet sich nach meinen Untersuchungen auch beim Kaninchen, und lässt sich daher vermuthen, dass dieselbe den Säugethieren überhaupt und auch dem Menschen zukommt.

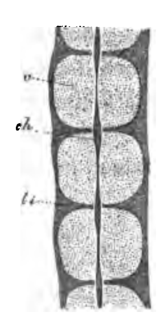


Fig. 128.

Die Verknorpelung der Wirbelsäule beginnt beim Menschen im Anfange des 2. Monates, und ist schon in der 6.—7. Woche eine vollständige Säule von knorpeligen Körpern mit dünnen häutigen *Ligamenta intervertebralia* vorhanden. Hierbei bleibt die Chorda anfänglich noch erhalten, beginnt jedoch schon jetzt im Innern der Wirbelkörper zu verkümmern, während sie in den Zwischenbändern und den angrenzenden Theilen der knorpeligen Wirbel gut entwickelt ist, so dass sie nun auf Längsschnitten das perlschnurartige Ansehen zeigt, das die Fig 128 wiedergiebt. In den Wirbelbogen schreitet die Verknorpelung langsam weiter, und sind in der achten Woche die Bogen nicht mehr ausgeprägt, als die Figur 130

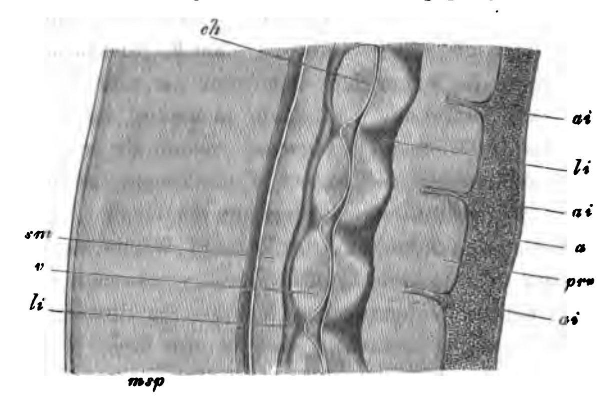


Fig. 129.

Fig. 128. Senkrechter frontaler Längsschnitt durch einige Brustwirbel eines 8 Wochen alten menschlichen Embryo in der Gegend der Chordareste, vergrössert. *v* knorpeliger Wirbelkörper; *li Ligamentum intervertebrale; ch* Anschwellung der Chorda zwischen zwei Wirbeln.

Fig. 129. Sagittaler Längsschnitt durch 4 Lendenwirbel eines 16 Tage alten Kaninchenembryo, 26 mal vergr. *a Aorta abdominalis*, *ai Arteriae intervertebrales*, *v* knorpelige Wirbelkörper, *li Lig. intervertebralia* mit den Chordaverbreiterungen, *ch* dünne Theile der Chorda, *msp Medulla spinalis*, *sm* submedullares gallertiges Gewebe, *prv* praevertebrale Bindesubstanz.

zeigt, so dass das Rückenmark und die zwei Reihen Spinalganglien neben demselben um diese Zeit einfach von der *Membrana reuniens superior* bedeckt sind, welche als directe Fortsetzung des Perichondrium der Wirbelbogen erscheint. Im 3. Monate wachsen die knorpeligen Bogen, die dem Gesagten zufolge mit dem Wirbelkörper stets Ein Stück ausmachen, weiter gegen die obere Mittellinie, doch ist auch um diese Zeit der Wirbelkanal in der Lumbal- und Sacralgegend und ebenso in der Halsgegend noch ziemlich weit offen (Fig. 130), während am Rücken die Bogen schon zur Berührung gekommen sind.

Im vierten Monate kommt dann die vollkommene Vereinigung der Bogen zu Stande, und ist um diese Zeit der knorpelige Wirbel, dessen Ossification freilich schon begonnen hat, vollkommen ausgebildet und im Wesentlichen mit allen den Theilen versehen, die der spätere knöcherne Wirbel besitzt.

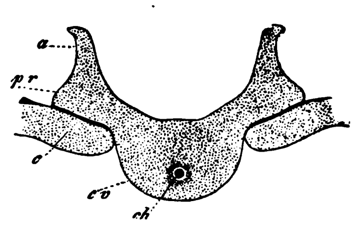


Fig. 130.

Steissbein. Kreuzbein.

Nach dem eben dargelegten Plane nun entwickelt sich beim Menschen die grosse Mehrzahl der Wirbel. Eine Ausnahme bilden die **Steissbeinwirbel**, deren Maximalzahl, wenn das Sacrum mit dem 29. Wirbel endigt, nach E. Rosenberg 6 beträgt, indem bei denselben die Bogentheile entweder gar nicht oder nur sehr unvollkommen sich ausbilden. Dagegen enthalten die Wirbelkörper, mit Ausnahme des 35. Wirbels (Rosenberg), wenn sie ausgebildet sind, in ihrem Innern, ebenso wie die andern Wirbelkörper, anfangs noch die *Chorda dorsalis*. Eigenthümlich ist dagegen wiederum den Steissbeinwirbeln, dass die letzten derselben (der 33.—35. Wirbel) im knorpeligen Zustande mit den Seitentheilen untereinander verschmelzen können (E. Rosenberg), welche Verschmelzung bei den Sacralwirbeln im knorpeligen Zustande typisch vorkommt und in der Regel 5 Wirbel (den 25.—29.) betrifft, aber bis zum 30. und 31. reichen kann (E. Rosenberg).

Atlas.

Der *Arcus anterior* des Atlas entsteht zwar nach Art eines knorpeligen Wirbelkörpers und entwickelt aus sich die Bogen, doch hat Rathke gezeigt (Nr. 14), dass der Atlaskörper im Zahne des Epistropheus zu suchen ist, eine Annahme, die eine weitere Bestätigung darin fand, dass Rathke bei den Schildkröten die Chorda auch im *Os odontoideum*

Fig. 130. Querschnitt durch einen Brustwirbel und 2 Rippenköpfchen eines 8 Wochen alten menschlichen Embryo, vergrössert. *ch* Chorda, *cv* knorpeliger Wirbelkörper, *pr* Querfortsatz, *a* Wirbelbogen, *c* Rippe.

und im *Ligamentum suspensorium dentis* nachwies, was zuerst H. Müller für die Säugethiere und den Menschen bestätigte.

Verknöcherung der Wirbelsäule.

Die Verknöcherung der Wirbelsäule beginnt am Ende des zweiten Monates, und zwar ossificiren die Wirbel im Allgemeinen von drei Punkten aus, je Einem in den Bogen und Einem im Körper, von denen die ersteren früher entstehen (in der 7. Woche) als der letztere. Der letztere Knochenpunkt bildet sich in den letzten Rückenwirbeln zuerst, um von da nach beiden Seiten fortzuschreiten, und tritt in der Nähe der *Chorda dorsalis* und zwar erst hinter derselben auf (Robin) um dann bald die Chorda zu umschliessen. Gleichzeitig mit diesem Ossificationspunkte, der nach Schwegel aus zwei getrennten Brücken sich entwickelt, die erst am Ende der Fötalperiode verschmelzen, bemerkt man auch Blutgefässe im Knorpel, welche vom Perichondrium aus eindringen und sich schon vor der Verknöcherung zu bilden scheinen. Sehr bald wird nun durch den grösser werdenden Ossificationspunkt die Chorda ganz verdrängt, so dass man im Innern der Wirbelkörper später nichts mehr als einen Kalk- oder Knochenpunkt oder durch Auflösung von jungem Knochengewebe gebildete Markräume findet.

Aehnliche Knochenpunkte treten früher als in den Wirbelkörpern in den Bogen auf und zwar an der Stelle, wo der Bogen mit dem Körper zusammenhängt, und von diesen drei Knochenpunkten aus entwickelt sich dann die Hauptmasse des Wirbels. Ziemlich rasch wuchern nämlich diese Ossificationspunkte weiter, erreichen im vierten oder fünften Monate die Oberfläche des Knorpels und kommen auch einander immer näher. So entstehen schliesslich knöcherne Wirbel, welche aus drei Stücken zusammengesetzt sind, einem Körper, der etwas kleiner ist als das, was in der Osteologie Wirbelkörper heisst, und zwei Bogenstücken, welche ausser den Quer- und Gelenkfortsätzen auch die Seitentheile der Wirbelkörper bilden, die die Rippengelenkflächen tragen. Bogen und Körper sind durch dünne Knorpelplatten verbunden und zwischen den Bogen selbst befindet sich eine dickere Knorpelmasse, welche nach und nach in einen knorpeligen Dorn auswächst. Dieser mittlere Knorpel der Bogen ist in der primitiven Anlage der Wirbel nicht mit enthalten und entsteht nicht durch histologische Umwandlung der *Membrana reuniens superior* in Knorpel, sondern durch Wachsthum und spätere Verschmelzung der ursprünglichen knorpeligen Bogenhälften. — Die Vereinigung der drei Theile des knöchernen Wirbels beginnt an den Bogen während des ersten Lebensjahres, so dass man im zweiten Jahre die knöchernen Bogen in der Bildung begriffen findet. Etwas später, zwischen dem dritten und achten Jahre, vereinigt sich dann auch der Körper mit dem Bogen.

Ossification von Atlas und Epistropheus.

Wie bei der ersten Bildung so verhalten sich der Atlas und der Epistropheus auch bei der Verknöcherung abweichend. Der Atlas verknöchert von drei Punkten aus, von denen zwei die Stelle der Bogen einnehmen und ebenso früh wie bei den andern Wirbeln entstehen, der dritte im ersten Jahre im *Arcus anterior* auftritt und einem Theile des Wirbelkörperkernes der anderen Wirbel gleichwerthig erachtet werden darf. Die knöchernen Bogen vereinen sich im 3. Jahre, und bildet sich vorher manchmal ein besonderer Kern im Dorne. Ihre Verschmelzung mit dem vorderen Stücke fällt dagegen ins 5. bis 6. Jahr. Der Epistropheus hat die drei Kerne der anderen Wirbel und ausserdem noch einen vierten im Zahne, der den Haupttheil des Wirbelkörpers des Atlas darstellt. Die Kerne im Körper und im Zahne entstehen im 4. und 5. Fötalmonate und verschmelzen erst im 6. und 7. Jahre vollständig auch im Innern, wobei es zur Bildung einer unvollkommenen Ossification im Zwischenknorpel kommen kann, welche, wie ein ähnlicher nicht beständiger Kern in der bis zum 6. Jahre knorpelig bleibenden Spitze des Zahnes, den Epiphysenplatten der anderen Wirbel sich vergleichen lassen.

Os sacrum.

Das Kreuzbein entwickelt sich aus 5 Wirbeln, welche alle aus denselben drei Stücken hervorgehen, wie die übrigen Wirbel, zu denen dann bei den ersten 3 oder (Quain, Gegenbaur) 4 Wirbeln im 6.—8. Fötalmonate noch accessorische, Rippen homologe Stücke hinzukommen, die am vorderen Theile des seitlichen breiten Anhanges ihren Sitz haben. Die Vereinigung der 3 Haupttheile dieser Wirbel findet von unten nach oben fortschreitend im 2.—6. Jahre statt und etwas später die der seitlichen Kerne der oberen Wirbel, von denen ebenfalls die unteren am frühesten verschmelzen.

Die Verschmelzung aller Kreuzbeinwirbel untereinander, die anfangs durch dünne *Ligamenta intervertebralia* geschieden sind, beginnt im 18. Jahre von unten nach oben fortschreitend, so dass die Vereinigung der ersten zwei Wirbel meist erst nach dem 25. Jahre statt hat. Vorher erhalten jedoch alle Kreuzbeinwirbel nach der Pubertät knöcherne Epiphysenscheiben wie die anderen Wirbel, zu welchen Knochenkernen sich dann noch im 18.—20. Jahre je zwei seitliche Platten, eine obere an der *Superficies auricularis* und eine untere neben den zwei letzten Wirbeln gesellen, die um das 25. Jahr mit dem Hauptknochen sich verbinden.

Os coccygis.

Von den 4 typischen Steissbeinwirbeln hat jeder einen Knochenkern, der im ersten Wirbel meist noch vor der Geburt, im zweiten zwischen dem 5. und 10. Jahre, im dritten etwas früher und im vierten nach der Pubertät entsteht. Die Verschmelzung der drei unteren Wirbel

untereinander fällt in das 3. oder 4. Decennium und die Verbindung dieser mit dem ersten Wirbel und dem Sacrum in noch spätere Zeiten.

Accessorische Knochenpunkte der Wirbel.

Zu den drei Knochenpunkten nun, welche die Hauptmasse der Wirbel darstellen, gesellen sich in späteren Jahren noch viele accessorische. Dieselben finden sich 1) an den Spitzen aller Dornfortsätze, 2) an den Spitzen aller Querfortsätze, in beiden Fällen einfach oder doppelt, 3) an den *Processus mammillares* der Lendenwirbel, 4) vereinzelt an den Gelenkfortsätzen, 5) als Rippen homologe Theile an den vorderen Schenkeln der Querfortsätze der Halswirbel in einzelnen Fällen und zwar vor Allem am 7., aber auch am 2., 5. und 6. Wirbel, und 6) an den Endflächen der Wirbelkörper in Gestalt der sogenannten Epiphysenplatten. Alle diese Kerne erscheinen im Allgemeinen spät, vom 8. bis zum 15. Jahre nach SCHWEGEL (l. i. c.), und verschmelzen erst um das 25. Jahr bei der Vollendung des Wachsthums mit der Hauptmasse der Wirbel.

Ligamenta intervertebralia. Chordareste derselben.

Nun noch einige Bemerkungen über die *Ligamenta intervertebralia*. Während in den Körpern der Wirbel die Chorda sehr früh verschwindet, sobald die Ossificationspunkte auftreten, findet sich in den *Lig. intervertebralia* gerade das Gegentheil. Wie oben bemerkt wurde, ist schon im zweiten Monate die Chorda in den Zwischenwirbelbändern stärker entwickelt, und bei weiterer Verfolgung zeigt sich, dass dieser Chordarest mit der Wirbelsäule fortwuchert und den Haupttheil der späteren Pulpa der *Lig. intervertebralia* bildet und noch beim Erwachsenen vorhanden ist.

Aber nicht nur in den *Lig. intervertebralia*, sondern auch in den knorpeligen Theilen der Wirbelsäule erhält sich die Chorda lange, und zeigen die lange knorpelig bleibenden Theile, wie das Steissbein, der Zahn des Drehers und die Schädelbasis, noch bei der Geburt und darüber hinaus Chordareste.

Ich wende mich nun zur Entwicklung der Rippen und des Brustbeins.

Rippen.

Die Rippen sind Produkte der Urwirbel oder der primitiven häutigen Wirbelsäule, welche, wie bereits früher angegeben wurde, in noch weichem Zustande gleichzeitig mit der Muskelplatte und den Spinalnerven, von denen die erstere ebenfalls aus den Urwirbeln sich entwickelt, in die ursprüngliche Bauchwand hineinwachsen. Gleichzeitig mit den Wirbeln verknorpeln im 2. Monate auch diese Fortsätze der Axe und entstehen die Anlagen der knorpeligen Rippen, welche jedoch von Anfang an von den Wirbeln abgegliedert und durch eine weiche

Bandmasse mit denselben verbunden sind, welche nichts anderes als ein Ueberrest des Blastems der häutigen Wirbelfortsätze ist. Die knorpeligen Rippenanlagen sind kurze Stäbchen, welche in dem hinteren Theile der seitlichen Leibeswandungen ihre Lage haben und, einmal gebildet, langsam in der ursprünglichen Bauchwand oder der *Membrana reuniens inferior* immer weiter gegen die vordere Mittellinie zu wachsen, wobei die oberen Rippen nach RATHKE's Schilderung (MÜLLER's Arch. 1838 S. 365) beim Schweine ein merkwürdiges Verhalten zeigen. Es vereinigen sich nämlich die 7 Rippen einer Seite, bevor sie die vordere Brustgegend erreicht haben, mit ihren vorderen Enden alle miteinander zur Darstellung eines länglichen Knorpelstreifens, und diese zwei Streifen sind nichts anderes als die beiden Brustbeinhälften, die erst später zur Vereinigung kommen. Die ganze Masse der sieben Rippen mit der sie vereinenden Knorpelplatte wuchert nämlich immer weiter in der ursprünglichen Bauchwand gegen die vordere Mittellinie zu, bis endlich die Brustbeinhälften zur Vereinigung gelangen, welche zunächst oben zu Stande kommt und von hier aus nach unten fortschreitet, so dass zuletzt alle 14 Rippen durch eine einzige Knorpelplatte miteinander zusammenhängen und das knorpelige Brustbein angelegt ist, welches dann nachträglich noch seinen *Processus ensiformis* entwickelt. Diese Entwicklungsweise des Brustbeins, die RATHKE auch beim Hühnchen auffand, erklärt jene bekannten Missbildungen, welche man mit dem Namen der Brustbeinspalten (*Fissurae sterni*) bezeichnet. Es sind dies Fälle, in denen die Brustbeinhälften nicht ganz zur Vereinigung gelangen, sondern grössere oder kleinere Lücken als Ueberreste der ursprünglichen grossen Lücke zwischen den Rippen vorkommen und in der Mitte der Brust nur die Haut als Bedeckung sich findet.

Nach den Untersuchungen von E. ROSENBERG (l. c.) entwickeln beim menschlichen Embryo auch die Lendenwirbel knorpelige Rippenrudimente, die später mit dem Querfortsatze verschmelzen und in den vorderen Theil desselben übergehen. Die beim Menschen nicht selten vorkommende 13. Rippe am 20. Wirbel ist eine weitere Entwicklung der ersten dieser Lumbalrippen.

Ossification des Brustbeins.

Die Verknöcherung des knorpeligen Brustbeines beginnt ziemlich spät, d. h. vom 6. Fötalmonate an, indem sich meist Ein Knochenpunkt im Manubrium, eine gewisse wechselnde Zahl von solchen (4—13 nach SCHWEGEL), die häufig paarweise in 3—4 Querreihen stehen, im Körper und dann gewöhnlich noch ein Punkt im späteren *Processus ensiformis* bildet. Später beim reifen Embryo und im ersten Jahre verschmelzen die einzelnen Punkte des Körpers zu drei bis vier grösseren Stücken, welche vom 4. Jahre an auch noch von unten nach oben so miteinander

sich verbinden, dass der Knochen nur noch die bekannten drei Stücke zeigt, deren weitere Verhältnisse uns nicht berühren.

Ossification der Rippen.

Die Rippen verknöchern sehr früh, schon im zweiten Monate, jede mit Einem Knochenkerne, der sich rasch nach beiden Seiten ausbreitet, so dass dieselben schon im dritten Monate eine erhebliche Länge haben.

Wie andere Röhrenknochen wachsen dann die Rippen theils auf Kosten des Knorpelrestes — von dem übrigens ein Theil zu den bleibenden Rippenknorpeln sich gestaltet — theils vom Perichondrium aus weiter, bis endlich in später Zeit (vom 8.—14. Jahre nach SCHWEGEL) in den Knorpeln der Köpfchen und Höcker Epiphysenkerne sich bilden, die zwischen dem 14.—18.—25. Jahre mit der Diaphyse verschmelzen.

§ 22.

Entwicklung des Schädels, häutiges und knorpeliges Primordialcranium. Chorda im Schädel.

Der Schädel durchläuft wie die Wirbelsäule drei Zustände, den häutigen, knorpeligen und knöchernen, von denen wir die beiden ersten, mit einem von JACOBSON zuerst gebrauchten Namen, die Primordialschädel heissen. Ferner ist hervorzuheben, dass auch der Schädel in erster Linie aus einem Blastem hervorgeht, welches zu den Seiten und am vorderen Ende der Chorda sich findet, oder, um mit den Worten der neueren Entwicklungsgeschichte zu reden, aus den Urwirbelplatten des Kopfes unter Mitbetheiligung der Chorda sich entwickelt.

Häutiger Primordialschädel.

Betrachten wir nun zunächst die Art und Weise der Entwicklung des häutigen Primordialschädels, so finden wir, dass derselbe, wie bereits in den früheren §§ 7, 8 und 16 vom Hühnchen und Kaninchen dargestellt wurde, aus den vordersten Theilen der Urwirbelplatten des Mesoderma sich hervorbildet, welche im Bereiche des Kopfes bei den höheren Wirbelthieren niemals in Urwirbel zerfallen, und auch nie von den Seitenplatten sich trennen. An diesen Urwirbelplatten des Kopfes oder den Kopfplatten hat man, von ihrem ersten Auftreten an, zwei Abschnitte zu unterscheiden: einen hinteren Abschnitt, der, ebenso wie die Anlage der Wirbelsäule, noch die Chorda enthält, und einen vorderen Theil, in welchem das Mesoderma im Bereiche der Stammzone, ohne in Chorda und Urwirbelplatten zerfallen zu sein, eine zusammenhängende Platte darstellt.

Die Art und Weise wie der chordafreie Abschnitt der Kopfplatten die Schädelanlage bildet, wird aus Fig. 131 ersichtlich. Anfänglich ganz

flach ausgebreitet, nimmt derselbe im Zusammenhange mit der Bildung der Rückenfurche am Kopfe eine rinnenförmig vertiefte Gestalt an und entwickelt zugleich an seinem Rande dorsalwärts eine Leiste, welche allmälig gegen die dorsale Mittellinie herauf wuchert und noch vor der

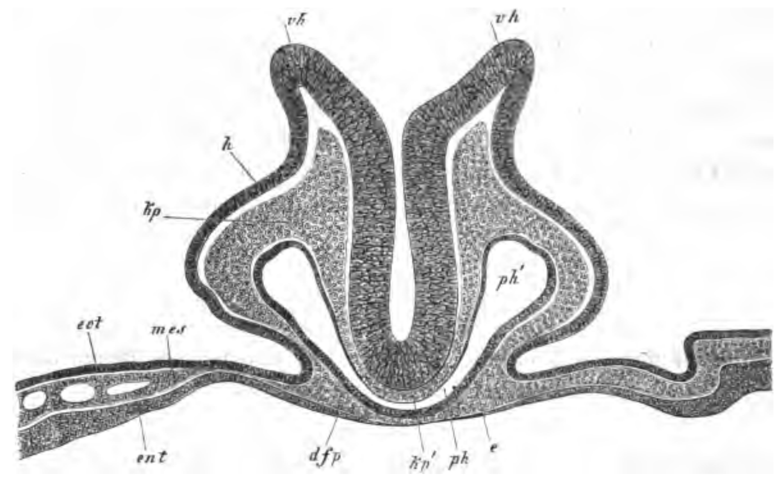


Fig. 131.

Schliessung des Gehirns (Fig. 131) eine ansehnliche Entwicklung gewinnt. Ist einmal das Gehirn geschlossen, so wächst diese Leiste, die der oberen medialen Kante der Urwirbel entspricht und *Membrana reuniens* des Kopfes genannt werden kann, rasch um das Hirnrohr herum und bildet bereits am 3. Tage eine vollständige häutige Kapsel um das Gehirn, wie die Figur 176 von einem Kaninchen von 10 Tagen dies darstellt.

Im chordahaltigen Abschnitte des Schädels sind die Verhältnisse wesentlich dieselben. In den Figg. 103 und 37 ist dieser Theil des Schädels mit weit offenem und fast geschlossenem Medullarrohre dargestellt und die Fig. 31 giebt ein Bild mit geschlossenem Medullarrohre. Auch in dieser Gegend wird das Gehirn rasch von den Kopfplatten umwachsen,

Fig. 131. Querschnitt durch den vordersten Theil eines Hühnerembryo von 28 Stunden gerade durch den Rand der vorderen Darmpforte (Nr. XX b). Vergr. 100mal. *vh* weit klaffende Ränder des Vorderhirns (offene Rückenfurche des Kopfes); *h* Hornblatt seitlich am Kopfe; *kp* mittleres Keimblatt oder Kopfplatten (Urwirbelplatten des Kopfes) seitlich am Medullarrohre; *kp'* dieselben unter dem Hirn an der Schädelbasis ohne Chorda; *ph* mittlerer spaltenförmiger Theil des Vorderdarmes (Pharynx); *ph'* seitlicher weiterer Theil; *dfp* vordere Schlundwand oder Darmfaserplatte des Schlundes (Schlundplatte); *e* Schlundepithel; *ect, mes, ent* die drei Keimblätter in der *Area opaca* neben dem Kopfe.

ausserdem aber treten dieselben hier auch in besondere Beziehungen zur Chorda, die wesentlich die nämlichen sind, wie sie am Rumpfe zwischen

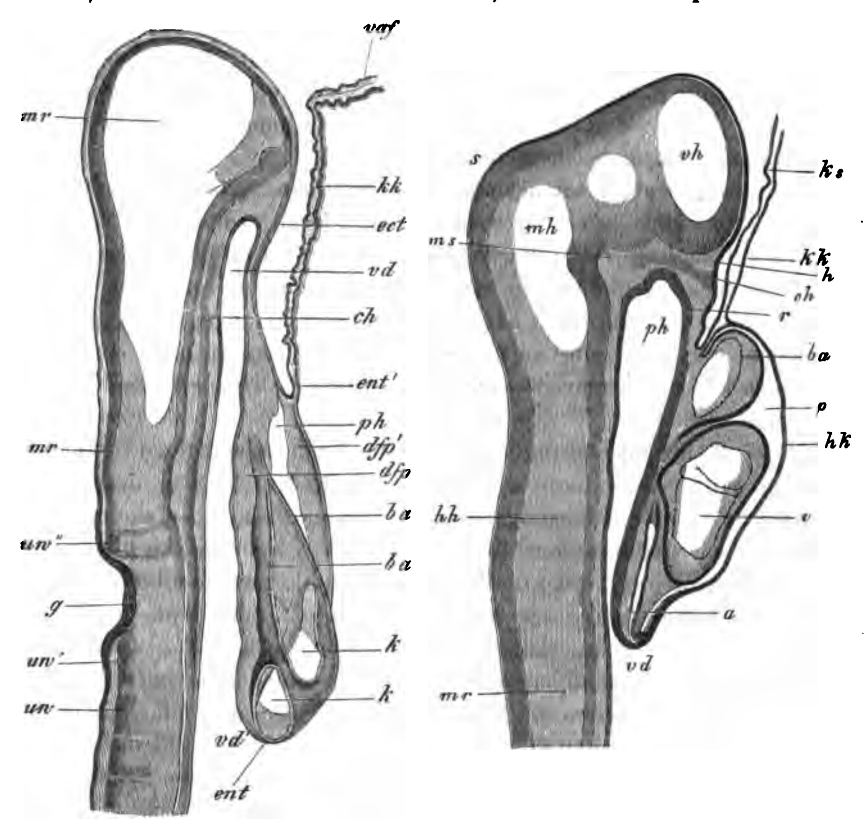


Fig. 132. Fig. 133.

Fig. 132. Längsschnitt durch den Kopftheil eines 38 Stunden alten Hühnerembryo neben der Mittellinie und z. Th. in derselben. Vergr. 69mal. *uw* erster Urwirbel; *uw'* urwirbelähnliches Segment hinter der Gehörgrube *g; uw''* urwirbelähnlicher Körper vor der Gehörgrube, der von einem Ganglion und zwei Nerven gebildet wird (G. Gasseri?); *ch* Chorda; *mr* Medullarrohr; *vd* vorderes Ende des Vorderdarmes (Schlund); *vd'* vordere Darmpforte, Eingang in den eigentlichen Vorderdarm; *ent* Entoderma des Vorderdarmes, übergehend in *ent'* das Entoderma der Kopfkappe *kk*, an der hier keine Lage des mittleren Keimblattes vorhanden ist; *ect* Ectoderma am Kopfe in *vaf* die vordere Amnionfalte übergehend, die nur aus dem Hornblatte besteht; *ph* Parietalhöhle (Halshöhle), die das Herz enthält; *ba* vordere und hintere Begrenzung des *Bulbus aortae; k* Herzkammer zweimal angeschnitten; *dfp* Darmfaserplatte des Vorderdarmes; *dfp'* Darmfaserplatte der vorderen (unteren) Wand der Parietalhöhle.

Fig. 133. Längsschnitt durch Kopf und Herz eines Kaninchenembryo von 9 Tagen und 2 Stunden. *ph* Schlund; *vd* vordere Darmpforte; *r* Rachenhaut; *p* Parietal-

Chorda und Urwirbel bestehen. Anfänglich liegt die Chorda frei zwischen den verschmälerten medialen Rändern der Kopfplatten, einerseits an das Entoderma des Vorderdarmes, andererseits an die Medullarplatte angrenzend. Bald aber wird die Chorda erst an der unteren Seite (Fig. 30) und dann auch an der oberen Seite von den Kopfplatten umwachsen (Fig. 104) und dann ist die Anlage auch dieses Theiles des Schädels im häutigen Zustande vollendet.

Die weiteren Veränderungen des häutigen Schädels betreffen in erster Linie den vordersten chordafreien Abschnitt desselben, der zugleich mit dem Auftreten der Schädelkrümmungen nach und nach immer mehr an Masse zunimmt und schliesslich zu dem ganzen Theile sich gestaltet, der dem vorderen Keilbeine und der Nasengegend entspricht, welchen wir von nun an als Spheno-ethmoidaltheil oder als praechordalen oder (Gegenbaur) praevertebralen Abschnitt bezeichnen wollen.

Um die hierbei stattfindenden Vorgänge richtig würdigen zu können, werfen wir in erster Linie einen Blick auf die Fig. 132. In diesem Zeitpunkte ist der Kopf noch fast ganz gerade und besteht so zu sagen nur aus dem chordaführenden Abschnitte, der von dem Punkte *uw'* hinter den Gehörgruben *g*, allwo der Kopf beginnt, bis zu einem Punkte in der Höhe der Buchstaben *ect* unmittelbar vor dem blinden Ende des Vorderdarmes sich erstreckt, während der chordafreie Theil des Schädels nur durch die kurze Gegend dargestellt wird, die in der Höhe der Buchstaben *kk* liegt. Auch nachdem die Kopfkrümmung begonnen hat, ändert sich dieses Verhältniss anfänglich noch nicht, wie die Fig. 133 darthut, in welcher das dem Buchstaben *h* entsprechende Stück der Schädelbasis den ganzen späteren Spheno-ethmoidaltheil darstellt, doch zeigt diese Figur eine andere wichtige Umgestaltung gegen früher, nämlich die Bildung einer Leiste an der inneren Fläche der Schädelbasis bei *ms*, welchen sogenannten mittleren Schädelbalken Rathke's ich als den vorderen Schädelbalken oder die primitive Sattellehne bezeichnen will.

Während nun der Kopf immer mehr sich krümmt und zugleich der vorderste Theil desselben, entsprechend der mächtigen Vergrösserung

höhle; *hk* vordere Wand derselben (Herzkappe, Remak), aus dem Entoderma und der Darmfaserplatte bestehend; *a* Vorhof; *v* Kammer; *ba Bulbus aortae; kk* Kopfkappe, aus dem Entoderma allein bestehend; *ks* Kopfscheide des Amnion, aus dem Ectoderma allein bestehend; *mr* Medullarrohr; *vh* Vorderhirn; *mh* Mittelhirn; *hh* Hinterhirn; *s* Scheitelhöcker; *ms* mittlerer Schädelbalken Rathke's; *ch* vorderstes Ende der Chorda, an das Ectoderma anstossend; *h* leichte Einbiegung des Ectoderma, aus welcher später die Hypophysis sich bildet.

des Vorderhirns und Zwischenhirns oder der früheren ersten Hirnblase, ansehnlich zunimmt, wächst auch der Spheno-ethmoidaltheil rasch und gestaltet sich je länger je mehr zu einem ansehnlichen Abschnitte des Schädels. Ein solches Zwischenstadium zeigt die Figur 134, in welcher Alles, was vor dem Buchstaben *p* gelegen ist, den vergrösserten Spheno-ethmoidaltheil darstellt. Zugleich ergiebt diese Figur, dass, gleichzeitig mit der Ausdehnung der Schädelbasis nach vorn, auch der vordere Schädelbalken *t* mächtig sich erhebt, während zugleich noch andere Fortsätze an der inneren Oberfläche des Schädels dazutreten, die die Schädelhöhle in Unterabtheilungen für die einzelnen Abschnitte des Gehirns sondern. In diesem Stadium ist nun übrigens der Spheno-ethmoidaltheil noch sehr dünn und auch mit dem Spheno-occipitaltheil der Schädelbasis scheinbar ausser aller Verbindung, was daher rührt, dass um diese Zeit eine Ausstülpung der Schlundhöhle (bei *p*) durch die Schädelbasis statt hat, welche zur Bildung eines Theiles der Hypophysis in Beziehung steht. Doch sind diese Verhältnisse nur von kurzer Dauer, indem die Lücke in der *Basis cranii* rasch sich schliesst und der vor derselben gelegene Theil bald mächtig sich verdickt und auch, beim Menschen langsamer, bei Thieren rascher, sich verlängert. Die Fig. 135 zeigt von einem 8 Wochen alten menschlichen Embryo den Spheno-ethmoidaltheil bereits recht gut entwickelt und in ununterbrochener

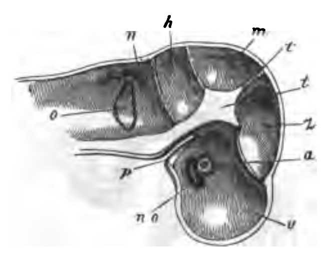


Fig. 134.



Fig. 135.

Fig. 134. Schädel eines vier Wochen alten menschlichen Embryo, senkrecht durchschnitten, von innen und vergrössert dargestellt. *a* unbestimmt durchschimmerndes Auge; *n o* hohler platter *Nervus opticus; v, z, m, h, n* Gruben der Schädelhöhle, die das Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn und Nachhirn enthalten; *t* mittlerer Schädelbalken oder vorderer Theil des *Tentorium cerebelli; t'* seitlicher und hinterer Theil des *Tentorium*, jetzt noch zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn gelegen; *p* Ausstülpung der Schlundhöhle, die Rathke zuerst mit der Bildung der Hypophysis in Zusammenhang gebracht hat; *o* primitives Gehörbläschen mit einem oberen spitzen Anhange durchschimmernd.

Fig. 135. Senkrechter Durchschnitt durch den Schädel eines acht Wochen alten menschlichen Embryo in natürlicher Grösse. Die Schädelbasis erhebt sich in der Gegend der späteren Sattellehne in einen grossen, mittleren, am Ursprunge im Innern knorpeligen, sonst häutigen Fortsatz, welcher der mittlere Schädelbalken Rathke's ist. Von diesem zieht sich bis zu 2 eine Falte der harten Hirnhaut, das *Tentorium cerebelli*, zu dem auch der häutige Theil des erwähnten Fortsatzes gehört. Die kleine Grube vor dem *Tentorium* unmittelbar über dem Fortsatze ist für das Mittelhirn (Vierhügel), die grössere Grube zwischen 2 und 3 für das Cerebellum. Bei 3 ist eine

Verbindung mit dem hinteren Theile der Schädelbasis, an welcher ausser dem stark entwickelten vorderen Schädelbalken noch ein von mir vor Jahren schon beschriebener hinterer Fortsatz (4) sichtbar ist, den ich den hinteren Schädelbalken nenne. Noch deutlicher sind diese Verhältnisse an dem Schädel eines Thieres (Fig. 136), bei welchem nun freilich der Ethmoidaltheil der Basis deutlich als Schnauze vortritt.

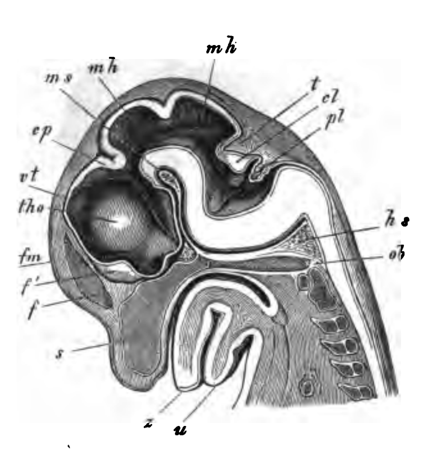


Fig. 136.

Der im Vorigen beschriebene Schädel mit Ausnahme der zwei zuletzt geschilderten Cranien ist nichts anderes als das sogenannte häutige Primordialcranium, doch ist zu betonen, dass eigentlich nur ein Theil desselben zur Bildung des späteren Schädels verwendet wird. Abgesehen nämlich von einer Schicht, die zu den äusseren Bedeckungen und den Deckknochen des späteren knöchernen Schädels sich gestaltet und jetzt noch nicht deutlich unterscheidbar ist, enthält das häutige Cranium auch die Anlagen aller Hirnhäute in sich, und sind namentlich die an demselben beschriebenen Fortsätze nach innen nichts als vergängliche oder bleibende Theile der *Dura* und

Falte der Hirnhaut, die zwischen Cerebellum und *Medulla oblongata* sich einsenkt, für welche letztere die Grube hinter dieser Falte bei 4 bestimmt ist. In diese erhebt sich noch eine kleine Kante der Basis, die unmittelbar hinter dem Pons liegt und dem hintersten Theile der Schädelbasis entspricht. Der grössere Raum der Schädelhöhle vor dem grossen Basilarfortsatze wird nochmals durch eine seitliche Hirnhautfalte bei 1 in zwei Räume geschieden, von denen der vordere das grosse Hirn, der hintere den Sehhügel mit den entsprechenden Basaltheilen (*Tuber cinereum, Hypophysis* etc.) enthält. Der vorderste höhere Theil der Schädelbasis ist das Siebbein und der Nasentheil derselben. — Zur bessern Orientirung vergleiche man die spätere Zeichnung des Gehirns eines Embryo aus dem 3. Monate.

Fig. 136. Kopf eines Schafembryo von 3,6 cm Länge (Kopflänge 1,46 cm) sagittal in der Medianebene durchschnitten, 3mal vergr. *u* Unterkiefer; *z* Zunge; *s Septum narium; ob Occipitale basilare; tho Thalamus opticus; vt* Decke des *Ventriculus tertius; cp Commissura posterior; mh* Mittelhirn mit einer zufällig entstandenen Falte; *ms* der mittlere Schädelbalken v. RATHKE (vorderer Schädelbalken ich); *hs* hinterer Schädelbalken; *f Falx cerebri; f'* Schlussplatte des Vorderhirns; *fm* in der Verlängerung dieser Linie das *Foramen Monroi*, von welchem aus eine Rinne rückwärts und abwärts zum Sehnerven zieht, der hohl ist. *t Tentorium cerebelli; cl Cerebellum; pl Plexus chorioideus ventriculi IV.*

Pia mater. Auch kann man schon in diesem Stadium an vielen Stellen den Antheil der einen und der anderen Bildungen ganz deutlich unterscheiden, vor allem an der Schädelbasis, wo die *Meninx vasculosa* durch eine kolossale Entwickelung sich auszeichnet. Der vordere und der hintere Schädelbalken bestehen in ihrer ganzen Dicke aus einem lockeren gefässreichen Gallertgewebe, das später fast ganz *Pia mater* wird, und ein ähnliches Gewebe zieht sich auch von einem Balken zum andern längs der Schädelbasis hin und erstreckt sich abwärts vom hinteren Balken bei Säugethieren längs der ganzen hinteren Fläche der Wirbelsäule herab (Fig. 129 *sm*). In diesem Gallertgewebe der Schädelbasis verläuft die *Arteria basilaris* und ihre Aeste, und hebe ich besonders hervor, dass dieses Gefäss den vorderen Schädelbalken in seiner ganzen Höhe durchläuft und erst an dessen oberem Rande in seine Aeste sich theilt.

Sieht man von diesen Theilen ab, die zu den Hirnhäuten und zur äusseren Haut sich gestalten, so bleibt als häutiges Cranium immer noch eine ganz geschlossene Kapsel übrig, die, abgesehen von den Durchtrittsstellen der Nerven und Gefässe, nur an Einer Stelle eine vorübergehende Unterbrechung oder Lücke zeigt, da nämlich, wo der vordere Lappen des Hirnanhanges als eine Ausstülpung aus der Schlundhöhle sich bildet, welche Gegend der späteren *Sella turcica* entspricht. Es schliesst sich jedoch auch diese Gegend bald wieder, und kann daher nur vorübergehend von einer Unvollständigkeit des häutigen Cranium die Rede sein. Ebenso wenig wie diese erste Schädelanlage erhebliche Lücken darbietet, zeigt sie auch auffallende Verschiedenheiten mit Hinsicht auf die Dicke ihrer einzelnen Gegenden mit Ausnahme dessen, dass der Spheno-occipitaltheil der Basis der dickste Theil des Ganzen ist, in welcher Beziehung jedoch auch noch zu bemerken ist, dass im Anfange in keiner Weise sich unterscheiden lässt, wie viel auf Rechnung der Hirnhäute, wie viel auf die eigentliche Anlage des Schädels kommt.

Verknorpelung des Schädels.

Die Verknorpelung des Schädels beginnt beim Menschen im zweiten Monate und führt bald einen bedeutenden Theil des häutigen Cranium in einen festeren Zustand über, während der übrige Theil häutig bleibt (Fig. 137). Zu diesem letzteren gehört das ganze Schädeldach und ein erheblicher Theil der Seitentheile, während die Basis fast ganz knorpelig wird. Genauer bezeichnet, ist ganz und gar knorpelig das spätere Hinterhauptsbein, die *Pars petrosa* und *mastoidea* des Felsenbeins, das Keilbein mit den grossen und kleinen Flügeln, das Siebbein und die äussere Nase, doch verdienen folgende Punkte als von den Verhältnissen der späteren Zeit abweichend besondere Erwähnung. Erstens ist, gewisse kleine Knorpel am untern Rande des *Septum narium* ausgenommen (s. unten), die ganze Knorpelmasse zusammenhängend und wie aus einem

Gusse, so dass, wenn man von gewissen Theilen der Schädelbasis absieht, die später noch berührt werden sollen, keinerlei Grenzen entsprechend den späteren Trennungen der Knochen sich finden und z. B. auch die knorpelige Nase (Septum und Nasenflügelknorpel) mit den entsprechenden Theilen des knorpeligen Siebbeins unmittelbar verbunden sind und ebenso die *Cartilago petrosa* mit der knorpeligen Schädelbasis und den knorpeligen Seitentheilen. Zweitens ist der knorpelige Schädel ausgedehnter als die entsprechenden gleichgenannten knöchernen Theile, in welcher Beziehung besonders auf Folgendes aufmerksam zu machen ist. Einmal hängen die Labyrinthe des Siebknorpels mit den *alae parvae* und dem vorderen Keilbeine durch die Frontalplatte, SPÖNDLI (Orbitalplatte, DURSY) (Fig. 137 *p*), zusammen, so jedoch, dass zwischen beiden Theilen eine Lücke, das *Foramen spheno-frontale* (SPÖNDLI), übrig bleibt. Zweitens verbreitert sich die knorpelige *Pars mastoidea* so weit nach oben in die Parietalgegend hinein, dass füglich von einem Parietalknorpel oder einer knorpeligen Parietalplatte gesprochen werden kann (Fig. 137 *c*). Endlich hängt diese Parietalplatte auch lateralwärts von der *Cartilago petrosa* mit der *Ala magna* und dem hinteren Keilbeinkörper zusammen, so dass auch eine Art rudimentärer knorpeliger *Squama temporalis* hergestellt wird. Viel vollständiger als beim Menschen sind die knorpeligen Cranien gewisser Säugethiere, wie z. B. des Schweines und der Maus.

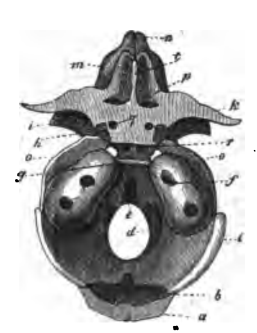


Fig. 137.

Entstehung des knorpeligen Primordialcranium.

Die erste Entstehung des knorpeligen Cranium oder Chondrocranium habe ich bei Kaninchenembryonen genau untersucht. Die Verknorpelung beginnt am 14. und 15. Tage des Fötallebens, und ist am 16. Tage der knorpelige Primordialschädel bereits fast ganz angelegt. Das wichtigste Ergebniss meiner Untersuchungen ist, dass die Knorpelbildung an der gesammten Schädelbasis und den unteren Seitentheilen des Schädels, sowie ferner im *Septum narium* und den Seitentheilen der Ethmoidal-

Fig. 137. Primordialschädel eines 3 Monate alten menschlichen Embryo von oben; *a* obere Hälfte der *Squama ossis occipitis*; *b* untere Hälfte derselben; *c* knorpelige Parietalplatte; *d Pars condyloidea ossis occipitis*; *e Pars basilaris*; *f Pars petrosa* mit dem *Meatus auditorius internus*; *g* Sattellehne, davor zwei Kerne des hintern Keilbeinkörpers; *h* Kerne in den *Processus clinoidei anteriores*; *i* grösstentheils knöcherne *Ala magna*; *k Ala parva*; *l Crista galli*; *m* Labyrinth des Siebbeins; *n* knorpelige Nase; *o* Knorpelstreif zwischen der Parietalplatte und dem Keilbeine; *p* Frontalplatte oder knorpeliger Verbindungsstreif zwischen der *Ala parva* und den *Lamina cribrosa*; *q Foramen opticum*.

und Nasengegend gleichzeitig beginnt, und somit das Chondrocranium auf einmal und wie aus Einem Gusse entsteht, genau in derselben Weise, wie auch jeder Wirbel mit einem Theile seines Bogens als ein einheitliches Gebilde sich entwickelt. Als selbständig auftretende Bildungen des Chondrocranium erscheinen der Steigbügel, der Ambos, der Hammer mit dem MECKEL'schen Knorpel und vielleicht die Pflugschaarknorpel, zwei kleine Knorpel am vorderen unteren Rande des *Septum narium*.

Das einmal angelegte knorpelige Primordialcranium wächst nicht nur nach allen Richtungen, sondern ändert auch seine Form, setzt neue Theile an und verliert andere. An der Schädelbasis zeigt sich besonders eine einfache Vergrösserung der einmal angelegten Theile, die im Längen- und Höhenwachsthume der Nasenscheidewand und in der Vergrösserung der *Cartilago petrosa* ihren beredtesten Ausdruck findet. Doch zeigen sich auch hier neue Theile, wie vor allem die Sattellehne, die bei der ersten Verknorpelung kaum angelegt ist. Auffallender sind die Veränderungen der seitlichen Knorpeltheile, von denen die Labyrinthe des Siebbeines und die seitlichen Nasengegenden die weitgehendsten Umbildungen zeigen (Fig. 138). Dieselben bestehen in lokalen Wucherungen in Folge welcher die Muscheln entstehen und die Nebenhöhlen der Nase. Erstere treten ganz bestimmt als lokale, in bestimmten Richtungen vor sich gehende Wucherungen der knorpeligen Seitenwand der Nase auf, mit denen die Schleimhaut stets gleichen Schritt hält. Von den Nebenhöhlen der Nase hat DURSY zuerst gezeigt, dass dieselben alle in erster Linie als von Knorpel umgebene Ausbuchtungen der Schleimhaut entstehen und anfangs knöcherner Hüllen ganz entbehren. So stellen die primitiven *Sinus sphenoidales* anfangs nichts anderes dar als die hintersten Enden der Labyrinthe des Ethmoidalknorpels und liegen einfach neben dem knorpeligen vorderen Keilbeinkörper, ohne die geringsten Beziehungen zu demselben zu zeigen. In derselben Weise besitzen die Knorpelkapseln des *Sinus maxillaris* anfangs keine Berührungspunkte mit dem Oberkiefer, u. s. w.

Als weitere Beispiele von Umgestaltungen des Chondrocranium hebe ich hervor, dass in der Hinterhaupts- und Parietalgegend der Knorpel anfangs nicht über die unteren Seitentheile hervorgeht und erst später langsam gegen die obere Mittellinie heranwächst, so dass beim *Occipitale* schliesslich auch eine Vereinigung der Gelenktheile durch eine *Squama cartilaginea* und weiter vorn knorpelige Parietalplatten ähnlich wie beim Schweine sich bilden. Diese letztgenannten Vorgänge erscheinen von besonderem Interesse, weil sie eine Uebereinstimmung des Schädels mit den Wirbeln in der Entwickelung herstellen, welche

Chorda und Urwirbel bestehen. Anfänglich liegt die Chorda frei zwischen den verschmälerten medialen Rändern der Kopfplatten, einerseits an das Entoderma des Vorderdarmes, andererseits an die Medullarplatte angrenzend. Bald aber wird die Chorda erst an der unteren Seite (Fig. 30) und dann auch an der oberen Seite von den Kopfplatten umwachsen (Fig. 104) und dann ist die Anlage auch dieses Theiles des Schädels im häutigen Zustande vollendet.

Die weiteren Veränderungen des häutigen Schädels betreffen in erster Linie den vordersten chordafreien Abschnitt desselben, der zugleich mit dem Auftreten der Schädelkrümmungen nach und nach immer mehr an Masse zunimmt und schliesslich zu dem ganzen Theile sich gestaltet, der dem vorderen Keilbeine und der Nasengegend entspricht, welchen wir von nun an als Spheno-ethmoidaltheil oder als praechordalen oder (Gegenbaur) praevertebralen Abschnitt bezeichnen wollen.

Um die hierbei stattfindenden Vorgänge richtig würdigen zu können, werfen wir in erster Linie einen Blick auf die Fig. 132. In diesem Zeitpunkte ist der Kopf noch fast ganz gerade und besteht so zu sagen nur aus dem chordaführenden Abschnitte, der von dem Punkte *uw'* hinter den Gehörgruben *g*, allwo der Kopf beginnt, bis zu einem Punkte in der Höhe der Buchstaben *ect* unmittelbar vor dem blinden Ende des Vorderdarmes sich erstreckt, während der chordafreie Theil des Schädels nur durch die kurze Gegend dargestellt wird, die in der Höhe der Buchstaben *kk* liegt. Auch nachdem die Kopfkrümmung begonnen hat, ändert sich dieses Verhältniss anfänglich noch nicht, wie die Fig. 133 darthut, in welcher das dem Buchstaben *h* entsprechende Stück der Schädelbasis den ganzen späteren Spheno-ethmoidaltheil darstellt, doch zeigt diese Figur eine andere wichtige Umgestaltung gegen früher, nämlich die Bildung einer Leiste an der inneren Fläche der Schädelbasis bei *ms*, welchen sogenannten mittleren Schädelbalken Rathke's ich als den vorderen Schädelbalken oder die primitive Sattellehne bezeichnen will.

Während nun der Kopf immer mehr sich krümmt und zugleich der vorderste Theil desselben, entsprechend der mächtigen Vergrösserung

höhle; *hk* vordere Wand derselben (Herzkappe, Remak), aus dem Entoderma und der Darmfaserplatte bestehend; *a* Vorhof; *v* Kammer; *ba* *Bulbus aortae;* *kk* Kopfkappe, aus dem Entoderma allein bestehend; *ks* Kopfscheide des Amnion, aus dem Ectoderma allein bestehend; *mr* Medullarrohr; *vh* Vorderhirn; *mh* Mittelhirn; *hh* Hinterhirn; *s* Scheitelhöcker; *ms* mittlerer Schädelbalken Rathke's; *ch* vorderstes Ende der Chorda, an das Ectoderma anstossend; *h* leichte Einbiegung des Ectoderma, aus welcher später die Hypophysis sich bildet.

später die Mundöffnung sich bildet, und hinter dem Punkte, wo dasselbe Ectoderma die oben schon berührte Hypophysisausstülpung bildet (Fig. 133). Die weitere Entwickelung der Chorda in der Schädelbasis ist bei Vögeln und Säugethieren etwas verschieden, und erwähne ich hier nur, dass dieselbe bei den letzten Geschöpfen später eigenthümliche Anschwellungen zeigt, wie in den Intervertebralgegenden der Wirbelsäule, und an gewissen Stellen lange sich erhält, wie die Fig. 139 dies zum Theil versinnlicht.

§ 23.

Verknöcherung des Schädels.

Umbildung des Primordialschädels in den bleibenden Schädel.

Der knorpelige Primordialschädel, dessen Entwicklung im vorigen § geschildert wurde, wandelt sich in folgender Weise in den bleibenden Schädel um. Erstens geht ein Theil des knorpeligen Schädels unmittelbar in Knochen über und zwar in derselben Weise wie überall da, wo knorpelig vorgebildete Theile ossificiren, Bildungen, die ich die primären oder primordialen Knochen heisse, nicht weil sie immer früher als die anderen entstehen, sondern weil sie dem primordialen Skelette ihren Ursprung verdanken. Zweitens erhält sich ein Theil des Primordialcraniums im Knorpelzustande und bildet die auch beim Erwachsenen vorkommenden knorpeligen Theile. Drittens verschwindet ein nicht gerade bedeutender Theil des primordialen Knorpels durch Atrophie. Viertens endlich bilden sich an der Aussenseite des knorpelig häutigen Cranium besondere Deck- oder Belegknochen, wie man dieselben nennen kann, die später z. Th. untereinander und mit denjenigen Knochen verschmelzen, welche aus dem Primordialschädel selbst hervorgehen.

Ossification des Chondrocranium.

Betrachten wir zunächst die Veränderungen des eigentlichen primordialen Knorpels, so finden wir, dass aus demselben fast das ganze Hinterhauptsbein, das hintere und vordere Keilbein und das Siebbein sammt den unteren Muscheln hervorgehen. Dazu kommen dann noch die *Pars petrosa* und *mastoidea* des Felsenbeins, deren Entwicklung jedoch erst später beim Gehörorgane vollständig besprochen werden kann.

Os occipitis.

Anmerkung. 1) Das Hinterhauptsbein verknöchert im Anfange des 3. Monates und zwar mit Einem Knochenpunkte in der *Pars basilaris* Fig. 140 *e*,

b Anschwellung der Chorda im *Ligam. suspensorium dentis; c* Anschwellung der Chorda im hinteren Theile des *Occipitale basilare; c'* kleine Chordalverbreiterung davor; *h* Hypophysis mit einer Höhle und einigen Läppchen, darunter Gefässgeflechte; *p i Processus infundibuli* des Gehirns; *s* Sattellehne.

je Einem in den *Partes condyloideae* (*d*) und zwei bald verschmelzenden in der knorpeligen *Squama* (*b*). Zu diesen Knochenkernen gesellt sich dann noch ein anderes aus zwei Kernen entstehendes Stück (*a*), welches ausserhalb des Chondrocranium als Deckknochen sich entwickelt und den oberen Theil der Schuppe bildet. Dasselbe verschmilzt später mit dem unteren primordialen Schuppenstücke vollständig, so jedoch, dass eine Fissur rechts und links am Rande der *Squama* in der Höhe der *Protuberantia externa* längere Zeit hindurch die Vereinigungsstelle andeutet und meist noch bei Neugeborenen sichtbar ist. Die im Knorpel entstandenen vier Knochenkerne kommen in der zweiten Hälfte des Embryonallebens unter allmäliger Verdrängung des Knorpels einander immer näher, sind jedoch noch bei Neugeborenen durch dünne Knorpelreste getrennt. Ihre endliche Vereinigung zu Einem Knochen beginnt im ersten oder zweiten Jahre zwischen dem Gelenktheile und dem Schuppentheile, allwo dieselbe von aussen nach innen (gegen das *For. occipitale magnum*) fortschreitet. Später erst, im dritten und vierten Jahre, verbinden sich auch, und zwar vom *Foramen magnum* aus, die Gelenktheile und die *Pars basilaris*, so dass im 5. oder 6. Jahre alle Theile zu einem Knochen verschmolzen sind.

Sphenoidale posterius.

2) Das hintere Keilbein, *Os sphenoidale posterius*, entwickelt sich im 3. Monate a) aus zwei Knochenkernen in der Gegend des Türkensattels (Fig. 137), welche bald zu Einem Kerne verschmelzen (Figg. 140, 141), b) aus zwei seitlichen Punkten in der Gegend des *Sulcus caroticus* und der *Ligula*, c) zwei Knochenkernen in der *Ala magna* (Figg. 140, 141 *i*), welche auch die *Lamina externa processus pterygoidei* liefern, endlich d) zwei Ossificationspunkten an der Stelle der nicht knorpelig vorgebildeten inneren Lamelle der Flügelfortsätze, welche aus dem Oberkieferfortsatze des ersten Kiemenbogens hervorzugehen scheinen, wie dies noch später angegeben werden soll. In der zweiten Hälfte des Fötallebens vereinen sich 1) die innere Lamelle des Flügelfortsatzes mit der an der *Ala magna* sitzenden äusseren Lamelle und 2) der Körper und die seitlichen Kerne. Ebenso verbindet sich noch vor der Geburt das hintere Keilbein mit dem vorderen, so dass bei Neugeborenen nur noch die *Alae magnae*, an denen die Flügelfortsätze haften, als getrennte Stücke sich finden, welche jedoch bereits im Laufe des ersten Jahres mit dem Reste verwachsen. Bemerkenswerth ist übrigens, dass bei der Geburt noch der grösste Theil der Sattellehne knorpelig ist und dass der Knorpel auch noch über den *Clivus* bis zur *Synchondrosis spheno-occipitalis* sich hinzieht (Virchow). Diese Synchondrose erhält sich bei manchen Individuen zeitlebens, in der Regel jedoch vergeht dieselbe vom 13. Jahre an von innen nach aussen, so dass bei Vollendung des Wachsthumes das Hinterhaupts- und das Keilbein zum Grundbeine synostosirt sind.

Sphenoidale anterius.

3) Das vordere Keilbein, *Os sphenoidale anterius*, entsteht ebenfalls im dritten Monate aus zwei Knochenkernen in den *Alae parvae* nach aussen vom *Foramen opticum* (Fig. 140 *z*), dazu kommen etwas später zwei Kerne im Körper (Fig. 140), welche vier Kerne nach dem 6. Monate unter einander und vor der Geburt auch mit dem hinteren Keilbeine verschmelzen. Nach Virchow's Untersuchungen ist jedoch um diese Zeit der intersphenoidale Knorpel noch keineswegs verschwunden, vielmehr an der unteren Seite noch in erheblichem Grade erhalten und mit dem knorpeligen *Rostrum sphenoidale* in Verbindung, welches seinerseits ununterbrochen mit dem knorpeligen *Septum narium* zusammenhängt. Dieser Theil der Synchondrose vergeht auch nur lang-

sam, so dass noch im 13. Jahre Reste derselben mitten im Knochen vorkommen können. Die *Cornua sphenoidalia* sind keine Theile des Keilbeins, da dieselben als Belegknochen der hintersten Enden des Siebbeinlabyrinthes sich entwickeln, d. h. des Theiles, der die primitiven von Knorpel umgebenen Keilbeinhöhlen bildet. Dieselben entstehen schon in der Fötalperiode bei Embryonen von 8 cm Länge und sind bei solchen von 20 cm schon recht gut ausgebildet, einfach oder doppelt. Zur Zeit der Pubertät verschmelzen dieselben mit dem Keilbeine.

Os ethmoideum.

4) Das sehr zierliche knorpelige Siebbein, dessen Labyrinthe allerdings den knöchernen wenig gleichen, aus umgerollten Knorpellamellen bestehen und auch die untere Muschel in sich begreifen, verknöchert in der Mitte des Fötallebens zuerst in der *Lamina papyracea* und dann in den Muscheln. Bei der Geburt besteht der Knochen aus den zwei Labyrinthen und den zwei davon getrennten unteren Muscheln, während der Rest noch knorpelig ist. Im ersten

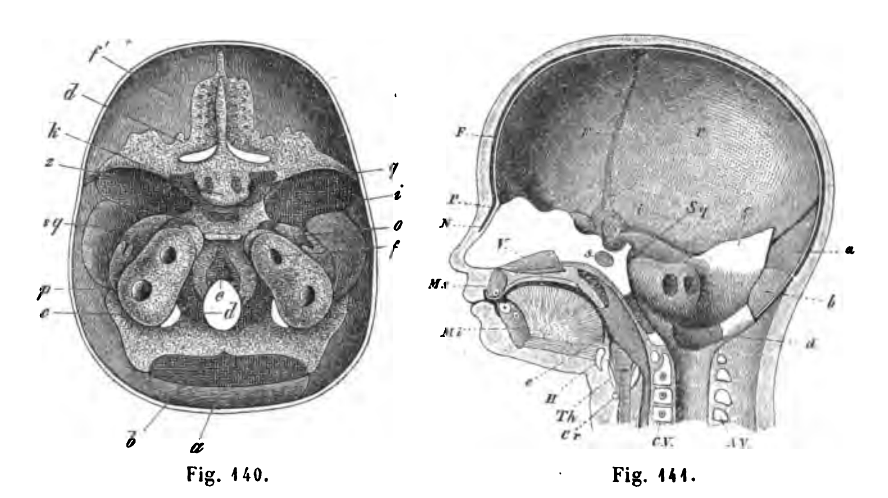


Fig. 140. Fig. 141.

Fig. 140. Schädelbasis eines 5 Monate alten Embryo von innen. *a* obere Hälfte der *Squama ossis occipitis; b* untere Hälfte derselben. *c* Parietalplatte; *d Pars condyloidea ossis occipitis; e Pars basilaris*; *f Pars petrosa* mit dem *Meatus auditorius internus*; *k Ala parva* mit Kernen in den *Processus clinoidei anteriores; i* grösstentheils knöcherne *Ala magna; o* Knorpelstreifen zwischen der Parietalplatte und dem Keilbeine; *d* Frontalplatte oder Verbindungsstreifen zwischen der *Ala parva* und der *Lamina cribrosa; q Foramen opticum; z* Kerne des vorderen Keilbeinkörpers; *p'* Scheitelbein; *f'* Stirnbein.

Fig. 141. Senkrechter Durchschnitt durch den Kopf eines 4 Monate alten Embryo. *N* Nasenbein mit *P* dem Perioste unter demselben; *F* Stirnbein; *p* Scheitelbein; *Sq* Schuppe des Schläfenbeins; *Ms* Oberkiefer; *Mi* Unterkiefer; *V* Pflugschaar; *s* Kern im hinteren Keilbeinkörper; *H* Zungenbeinkörper; *Th* Schildknorpel; *Cr* Ringknorpel; *CV* Wirbelkörper mit Kernen; *AV* Wirbelbogen. *a* obere Hälfte der *Squama ossis occipitis; b* untere Hälfte derselben; *c* Parietalplatte; *d Pars condyloidea ossis occipitis; e Pars basilaris;* darüber die *Pars petrosa* mit dem *Meatus auditorius internus; i* grösstentheils knöcherne *Ala magna.*

Jahre beginnt die Ossification in der *Lamina perpendicularis* und *Crista galli*, während die Verknöcherung von den Labyrinthen aus auch auf die *Lamina cribrosa* fortschreitet. Endlich im 5. und 6. Jahre verschmelzen die drei Stücke untereinander, wobei jedoch zu bemerken ist, dass ein Theil des Knorpels der unter den Nasenbeinen liegt, durch Resorption verloren geht.

Os petrosum.

Ich füge nun noch einige Bemerkungen über die knorpelig vorgebildeten Theile des Felsenbeins, die Pyramide und den Zitzentheil, bei. Man war früher geneigt diese Theile als ganz *sui generis* zu betrachten, es ist jedoch unzweifelhaft, dass dieselben ebenso gut zum Primordialcranium gehören, wie das Siebbein und die ganze Nasengegend, und einfach Anpassungen des Schädels an das Gehörorgan ihren Ursprung verdanken. Bei den höheren Wirbelthieren hängen auch die *Cartilagines petrosa et mastoidea* mit dem übrigen Chondrocranium zusammen, wie dies oben schon angegeben wurde. Die Verknöcherung dieser Theile wird später beim Gehörorgane geschildert werden.

Deck- oder Belegknochen des Schädels.

Was zweitens die Deck- oder Belegknochen des Schädels anlangt, so gehören zu denselben ausser den schon erwähnten inneren Lamellen der *Processus pterygoidei* und den oberen Theilen der Schuppe des Hinterhauptbeines noch die Scheitelbeine, Stirnbeine und Nasenbeine, die Schuppe des Schläfenbeines und der Paukenring, *Annulus tympanicus*, ein kleines Knöchelchen von der Gestalt eines oben offenen Ringes, aus welchem der äussere Gehörgang entsteht, endlich die Thränenbeine, das Pflugschaarbein und die Zwischenkiefer. Alle diese Deckknochen gehören, wie neuere Untersuchungen es wahrscheinlich machen, der Haut des Kopfes oder der Schleimhaut des Anfangsdarmes an, auf jeden Fall aber ist ganz sicher, dass nicht eine und dieselbe embryonale Schicht das knorpelig häutige Primordialcranium und die Deckknochen liefert, vielmehr die letzteren aus einem Blatte hervorgehen, welches dem Primordialcranium von aussen aufliegt. Keiner von den Deck- oder Belegknochen, die ich früher auch secundäre Knochen hiess, welchen Namen ich jetzt aufgebe, ist knorpelig vorgebildet, und findet sich kein knorpeliges Stirnbein oder ein knorpeliges Scheitelbein, wie man z. B. bei jungen Embryonen ein knorpeliges Hinterhauptsbein oder ein knorpeliges Keilbein wahrnimmt. Die Deckknochen sind aber auch nicht im weichen oder häutigen Zustande präformirt, sondern entwickeln sich von kleinen Anfängen aus in einer weichen, allerdings meist hautartigen, aber morphologisch nicht bestimmten, d. h. nicht deutlich begrenzten Grundlage.

Die Zeit des ersten Auftretens der Deckknochen fällt im Allgemeinen an das Ende des zweiten und den Anfang des dritten Fötalmonats. Die richtige Auffassung dieser Verhältnisse, die Unterscheidung von zweierlei Knochen, einmal von primordialen Knochen, die aus dem Primordialcranium entstehen, und zweitens von Deck- oder Belegknochen, ist von

grosser Wichtigkeit, jedoch weniger in histologischer Beziehung, da wir seit H. MÜLLER wissen, dass das ächte Knochengewebe auch bei den knorpelig vorgebildeten Knochen nicht unmittelbar aus dem Knorpelgewebe entsteht, als mit Hinsicht auf die Morphologie, und hat unstreitig JACOBSON, der zum ersten Male diese Unterscheidung aufstellte (MÜLL. Arch. 1844), durch dieselbe ein grosses Verdienst sich erworben. Erst seitdem diese Unterscheidung besteht, sind wir zu einer richtigen Deutung der Schädelknochen der verschiedenen Wirbelthiere gelangt, erst seit dieser Zeit konnte der Satz ausgesprochen werden, dass alle Schädelknochen im ganzen Thierreiche in zwei besondere und scharf getrennte Gruppen zerfallen, sowie dass vom morphologischen Gesichtspunkte aus nur Deckknochen mit Deckknochen und primordiale Knochen mit solchen in Vergleichung zu ziehen sind. Von diesem Standpunkte aus sind weder die Funktionen noch die Lagerung der Knochen das massgebende, sondern einzig und allein ihre Entwickelung.

Reste des Chondrocranium.

Wir haben nun noch von denjenigen Theilen des Chondrocranium zu handeln, welche am fertigen Schädel sich erhalten, und von denen, welche schwinden. Zu den ersteren gehören die äusseren Nasenknorpel und der Nasenscheidewandknorpel, von welchem hervorzuheben ist, dass er durch einen langen vom Vomer umfassten Fortsatz, den von mir so genannten *Processus sphenoidalis septi cartilaginei* (s. m. Abh. über die JACOBSON'schen Organe des Menschen in der Festschrift von RINECKER 1877), mit dem *Rostrum sphenoidale* verbunden ist, ferner die JACOBSON'schen Knorpel am unteren Rande des *Septum cartilagineum* (l. c.).

Was die Theile des Chondrocranium anlangt, die im Laufe der Entwickelung schwinden, so sind es folgende: 1) die Knorpellage unter den Nasenbeinen, 2) die Frontalplatte SPÖNDLI (Orbitalplatte DURSY), 3) die Parietalplatte, 4) die Verbindung dieser mit der *Ala magna*, 5) die Knorpelkapseln der *Sinus sphenoidales*, *maxillares*, *frontales*, 6) Theile der Muscheln vor der Ossification derselben, 7) die *Cartilago* MECKELII z. Th., 8) Ein Theil des zweiten Kiemenbogens, der zum *Lig. stylo-hyoideum* sich gestaltet.

Schädelwirbel.

Anmerkung. In Betreff der wichtigen Frage, ob am Schädel Wirbeln homologe Theile vorkommen oder nicht, bemerke ich folgendes: Wenn auch die weiche erste Schädelanlage, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, nur in seltenen Fällen (Bombinator, Elasmobranchier, Hühnchen) Andeutungen von Segmentirungen oder Urwirbeln zeigt (s. m. Entw. 2. Aufl.), folgt doch der häutige Primordialschädel in seinem hinteren *spheno-occipitalen* oder *chordalen* Theile dem Wirbeltypus und lässt eine deutliche Gliederung erkennen. Derselbe enthält in seiner ganzen Länge die Rückensaite und entwickelt sich aus einem zu beiden Seiten derselben gelegenen Blasteme, den Urwirbelplatten, das auf dieselbe Keimschicht, wie das Blastem der Wirbel zurück-

zuführen ist. Dieses Blastem umwächst die Chorda, sendet Ausläufer nach oben zur Umhüllung des centralen Nervensystems und Fortsätze nach der anderen Seite zur Bildung der Wände der Kopfvisceralhöhle. Bei der Verknorpelung spricht sich am Schädel sowohl in den 3 Paar Visceralbogen als in den rosenkranzförmigen Verbreiterungen und Verschmälerungen der Chorda und in dem Auftreten eines wahren *Ligamentum intervertebrale* in der Schädelbasis eine Metamerenbildung aus, die auf 3 Wirbelabschnitte hinweist, wogegen bei der Verknöcherung dieses Theiles des Schädels nie mehr als zwei Glieder, das *Occipitale* und *Sphenoidale posterius,* auftreten. Auf eine grössere Zahl von Schädelmetameren, welche bei den Vorfahren der höheren Vertebraten unzweifelhaft vorhanden waren, weisen nur gewisse fötale Verhältnisse der Weichtheile (zahlreichere Chordaanschwellungen, Kiemenspalten, Aortenbogen, Einschnürungen der 3. Hirnblase?), und ist daher anzunehmen, dass bei diesen Geschöpfen im Laufe ihrer Stammesentwickelung eine bedeutende Reduction früherer typischer Bildungen stattgefunden hat. Während der chordale oder vertebrale Abschnitt des Schädels in der auseinandergesetzten Weise noch den Wirbeltypus erkennen lässt, ist bei dem prächordalen oder prävertebralen (Gegenbaur) Theile desselben die Abweichung so gross, dass es nicht mehr möglich ist, in derselben Weise von Wirbeläquivalenten zu reden, wie bei dem hinteren Abschnitte. Ich fasse diesen Schädelabschnitt, wie Mihalkovics, auf als eine Wucherung des vordersten Abschnittes der primitiven Schädelanlage, welche keinen Theil der Chorda enthält, und bemerke zur Vermeidung von Missverständnissen noch einmal, dass dieser prächordale Abschnitt, wenn auch anfänglich noch so klein, doch schon bei der allerersten Anlage des Schädels und vor der Sonderung der Chorda in dem vordersten Theile des von mir so genannten Kopffortsatzes (s. § 6) und später in dem vordersten Abschnitte der Urwirbelplatten gegeben ist. Diese anfänglich sehr kleine prächordale Schädelanlage wächst, wie Gegenbaur treffend schildert, im Zusammenhange mit der grossen Entwicklung der vorderen Abschnitte des centralen Nervensystems, der Augen und des Geruchsorganes und gestaltet sich so nach und nach zu dem ganzen, vor dem Türkensattel gelegenen Abschnitte des Schädels. Enthält nun auch dieser Schädeltheil keine Chorda, so entsteht er doch durch eine Wucherung des Blastems, das die Chorda umgiebt, und bildet sich in ähnlicher Weise wie der chordale Schädel aus seiner ersten Anlage hervor, indem auch hier das Blastem von der *Basis cranii* aus das Vorderhirn umwuchert. Ja selbst beim Verknorpeln und bei der Verknöcherung zeigen sich noch Uebereinstimmungen genug, welche keine Schädel deutlicher erkennen lassen als die der Selachier (Gegenbaur) und erscheint es sicherlich nicht gerathen, zwischen den beiden Schädelabschnitten eine zu tiefe Kluft zu ziehen. Ich halte es daher für ganz erlaubt, das *Sphenoidale anterius*, die *Lamina perpendicularis* des Siebbeins und das *Septum narium* als das vordere Ende der Wirbelkörpersäule des Schädels anzusehen und die *Alae orbitales,* die Labyrinthe des Siebbeins und die Nasenflügelknorpel den *Alae magnae* und *Occipitalia lateralia* anzureihen, welche Auffassung sowohl für die knorpeligen als die knöchernen Theile zutreffend erscheint.

In der bisherigen Betrachtung war mehr nur vom Primordialcranium und den aus demselben hervorgehenden Knochen die Rede. Selbstverständlich sollten die eigenthümlichen Gestaltungen, die dem Schädel durch das Vor-

kommen zahlreicher Deckknochen erwachsen, nicht mit Stillschweigen übergangen werden; es würde jedoch der Tendenz dieses Werkes zu weit abliegen, wenn auch noch diese Frage ausführlich erörtert werden sollte. Es genüge daher die Bemerkung, dass auch diejenigen, welche in der Annahme von Schädelwirbeln am weitesten gingen, niemals die grossen Verschiedenheiten verkannten, welche zwischen dem Schädel und der Wirbelsäule sich finden und vor Allem in der Anpassung desselben an das centrale Nervensystem, die höheren Sinnesorgane und das Visceralskelett des Kopfes begründet sind.

§ 24.

Entwicklung des Visceralskelettes des Kopfes.

Zur Vervollständigung der Entwicklungsgeschichte des Kopfskelettes haben wir nun noch von den Gesichtsknochen zu handeln, insoweit dieselben nicht schon beim Schädel zur Besprechung kamen, und führt dies von selbst dazu, auch die äusseren Formen des Gesichtes zu berücksichtigen, ohne deren Kenntniss ein Verständniss der Gestaltung der Knochen nicht möglich ist.

Aeussere Gestalt des Gesichts.

Das Gesicht bildet sich aus zwei paarigen und einem unpaaren Gebilde hervor. Die ersteren sind der erste Kiemen- oder Visceralbogen mit seinem Ober- und Unterkieferfortsatze, die schon aus früheren Schilderungen bekannt sind, das unpaare Gebilde ist der Stirnfortsatz mit den äusseren und inneren Nasenfortsätzen. Um die Verhältnisse dieser verschiedenen Theile und ihre Umbildungen leichter verständlich zu machen, beginne ich mit der Hinweisung auf die Fig. 142, die ein Stadium zeigt, in welchem alle genannten Theile vollkommen ausgeprägt sind. Bei diesem menschlichen Embryo bildet der Mund, der im geöffneten Zustande dargestellt ist, eine grosse Querspalte, welche die schon gebildete Zunge (*z*) erkennen lässt. Begrenzt wird dieselbe nach hinten durch die vereinigten Unterkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens (5), die wie einen primitiven Unterkiefer darstellen, während vor der Mundspalte seitlich die Oberkieferfortsätze desselben Kiemenbogens (4) und in der Mitte der Stirnfortsatz mit den Nasenfortsätzen einen fast zusammenhängenden Oberkiefertheil bilden. Der Stirnfortsatz erscheint als eine kurze und breite Verlängerung der Stirn, eine Betrachtung desselben von unten und auf Durchschnitten zeigt jedoch, dass derselbe die Verlängerung nicht blos des Schädeldaches, sondern auch der Schädelbasis ist und mit Einem Worte das vordere Ende des gesammten Schädels darstellt. Es sind übrigens an diesem Stirnfortsatze ein mittlerer Theil, der eigentliche Stirnfortsatz, und zwei seit-

liche Anhänge, die äusseren Nasenfortsätze, zu unterscheiden. Der eigentliche Stirnfortsatz ist nichts anderes als eine Fortsetzung der Schädelbasis, welche im Gesicht als Nasenscheidewand erscheint, anfänglich kurz, niedrig und breit (dick) auftritt und erst allmälig in die bekannte typische Form übergeht. Das vorderste Ende dieses *Septum narium* erscheint im Gesicht in der späteren Zwischenkiefergegend in Gestalt eines breiten in der Mitte eingekerbten Vorsprunges (Fig. 143 *st*), der seitlich mit zwei Spitzen, den inneren Nasenfortsätzen, die äussere Nasenöffnung und eine zwischen diesem Vorsprunge und den Oberkieferfortsätzen gelegene Furche, die Nasenfurche, begrenzt. Die äusseren Nasenfortsätze (*an*) sind die Fortsetzungen der Seitentheile des Schädels und entwickeln später in sich die knorpeligen Siebbeinlabyrinthe und das knorpelige Dach sammt den Seitentheilen der vorderen Theile der Nasenhöhle. Im Stadium der Figg. 142 und 143 begrenzen die äusseren Nasenfortsätze (seitliche Stirnfortsätze von Reichert) die Nasenlöcher

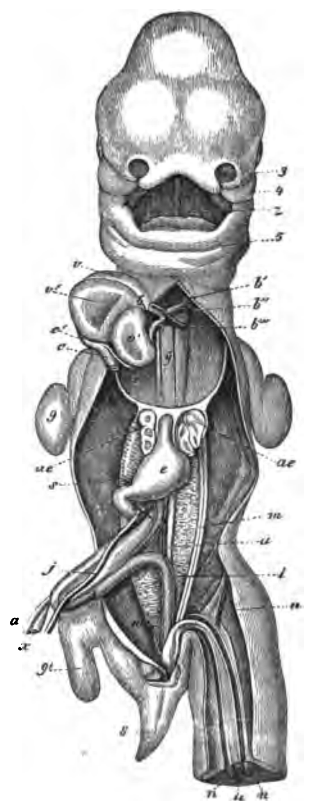


Fig. 142.

Fig. 143.

Fig. 142. Menschlicher Embryo von 35 Tagen von vorn nach Coste. 3 linker äusserer Nasenfortsatz; 4 Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; 5 primitiver Unterkiefer; *z* Zunge; *b Bulbus aortae*; *b'* erster bleibender Aortenbogen, der zur *Aorta ascendens* wird; *b''* zweiter Aortenbogen, der den *Arcus aortae* giebt; *b'''* dritter Aortenbogen oder *Ductus Botalli; y* die beiden Fäden rechts und links von diesem Buchstaben sind die eben sich entwickelnden Lungenarterien; *c'* gemeinsamer Venensinus des Herzens; *c* Stamm der *Cava superior* und *Azygos dextra; c''* Stamm der *Cava sup.* und *Azygos sinistra; o* linkes Herzohr; *v* rechte, *v'* linke Kammer; *a e* Lungen; *e* Magen; *j Vena omphalo-mesenterica sinistra*; *s* Fortsetzung derselben hinter dem Pylorus, die später Stamm der Pfortader wird; *x* Dottergang; *a Art. omphalo-mesenterica dextra*; *m* Wolff'scher Körper; *i* Enddarm; *n Arteria umbilicalis*; *u Vena umbilicalis;* 8 Schwanz; 9 vordere, 9' hintere Extremität. Die Leber ist entfernt.

Fig. 143. Kopf eines sechs Wochen alten menschlichen Embryo von vorn und unten, vergrössert. *u* Stelle, wo der Unterkiefer sass; *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; *an* äusserer Nasenfortsatz; *n* Nasengrube; *st* Stirnforsatz; *g* Ausstülpung der Rachenschleimhaut (Hypophysistasche).

von aussen und bilden zugleich mit dem Oberkieferfortsatze eine Furche, die von der Nasenfurche bis zum Auge verläuft und die Thränenfurche heissen mag, weil in der Gegend derselben der Thränenkanal sich entwickelt.

Indem ich nun mit Bezug auf die allererste Entwickelung der äussern Gesichtsform auf die später zu gebende Bildungsgeschichte des Geruchsorganes und des Darmkanales verweise, wende ich mich gleich zur Schilderung der wichtigsten weiteren Veränderungen, durch welche die noch sehr unvollkommene Gestaltung der Fig. 142 in die bleibende übergeht. Die äusseren Theile anlangend, so ist das Erste, dass Stirnfortsatz und die Oberkieferfortsätze einerseits, anderseits aber diese letzten Fortsätze und der äussere Nasenfortsatz ganz mit einander verschmelzen, wodurch ein vollständiger Oberkieferrand und eine einfache, jedoch noch wenig ausgedehnte Wangengegend entsteht. Ist dies geschehen, so entwickelt sich der Rand der Oberkiefergebilde zur Lippe und zum Alveolarrande der Ober- und Zwischenkiefer, während äusserlich aus dem Stirnfortsatze im weiteren Sinne ganz allmälig die Nase hervorwuchert, und aus einer breiten, platten primitiven Gestalt immer mehr in die schlanke typische Form übergeht, in welcher Beziehung auf die naturgetreuen Abbildungen von Erdl und A. Ecker verwiesen wird.

Bildung des Gaumens.

Während die ersten der eben erwähnten Veränderungen sich einleiten, gehen auch mehr in der Tiefe namhafte Umgestaltungen vor sich. Anfangs ist die Mundhöhle eine weite Höhle, an deren Dach ganz vorn die Geruchshöhlen durch zwei kleine Löcher, die ich die inneren Nasenöffnungen nenne, ausmünden. Bald jedoch und zwar schon vor dem Ende des 2. Monates beginnt ein Vorgang, durch welchen schliesslich die einfache Mundhöhle in einen unteren grösseren digestiven und einen oberen engen respiratorischen Abschnitt gesondert wird. Es wuchern nämlich die Oberkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens nicht blos äusserlich, sondern auch innerlich in Gestalt einer Leiste oder Platte, die ich die Gaumenplatte nannte, anfänglich (Dursy, Fleischer) in schief absteigender, später in horizontaler Richtung medianwärts, so dass sie eine immer enger werdende Spalte, die Gaumenspalte, zwischen sich offen lassen, deren Verhältnisse an Frontalschnitten des Gesichtes aus einer späteren Zeit die Fig. 144 sehr deutlich zeigt. Von der achten Woche an verschmelzen dann die Gaumenplatten untereinander von vorn nach hinten, so jedoch, dass sie vorn auch mit dem unteren breiten Rande der noch ganz kurzen Nasenscheidewand sich vereinen. In der 9. Woche ist der vordere Theil des Gaumens, der dem späteren harten Gaumen entspricht, schon vollkommen geschlossen, der weiche Gaumen dagegen noch gespalten, doch bildet sich dieser von

nun an rasch aus, und zeigen Embryonen der zweiten Hälfte des dritten Monates das *Velum* gebildet und auch die *Uvula* im Entstehen begriffen, die übrigens schon vor der Vereinigung der beiden Hälften des *Palatum molle* als eine kleine Hervorragung an den hinteren Enden derselben zu erkennen ist.

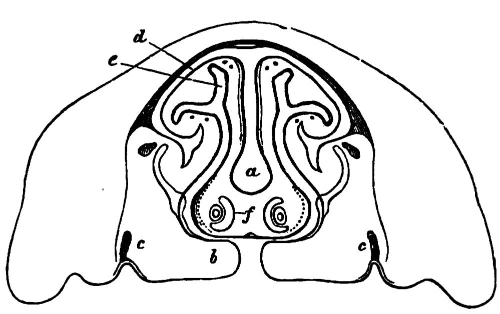


Fig. 144.

Wir kommen nun zur Betrachtung der Hartgebilde des Gesichtes, die einerseits im Zusammenhange mit dem ersten Kiemenbogen, anderseits, wie dies schon im vorigen § auseinandergesetzt wurde, vom vordersten Ende des eigentlichen Schädels aus sich entwickeln.

Der erste Kiemenbogen besteht anfänglich aus einer weichen Bildungsmasse, welche, wie wir früher sahen (S. 67), von der Schädelbasis und zwar der Gegend des hinteren Keilbeines aus in die ursprüngliche Bauchwand hineinwuchert in ähnlicher Weise wie am Rumpfe die Bauch- oder Visceralplatten (s. S. 75). Anfänglich von einander getrennt, verschmelzen später diese beiden Bogen mit einander (Fig. 145) und treiben zugleich nahe an ihrem Ausgangspunkte an der Schädelbasis dicht hinter dem Auge den schon mehrfach erwähnten Oberkieferfortsatz (Fig. 145 *o*, Figg. 81—86), der im Zusammenhange mit der Bildung der Nasen- und Thränenfurche ein freies vorderes Ende erhält (m. vergl. Figg. 143 und 145). Dieser Bildungsweise zufolge sind Ober- und Unterkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens bei ihrer ersten Bildung aussen vom Ectoderma und innen vom Entoderma des Mundes (das eigentlich noch zum Ectoderma gehört) und demjenigen des Rachens bekleidet, während ihre inneren Theile von einer weichen Mesodermalage gebildet werden, die anfänglich als eine ganz zusammenhängende erscheint. Hierauf bildet sich im Unterkieferfortsatze Knorpel, während das obere Ende des ersten Kiemenbogens und sein Oberkieferfortsatz anfänglich noch weich bleiben und erst später Deckknochen entwickeln.

Fig. 144. Senkrechter Schnitt durch den Gesichtstheil eines jungen Kalbsembryo mit Gaumenspalte, mit Weglassung des Unterkiefers und der Zunge. Ger. Vergr. *a* knorpelige Nasenscheidewand, *b* Gaumenfortsätze des Oberkiefers mit der Gaumenspalte; *c* die jungen Schmelzkeime der Backzähne des Oberkiefers; *d* knorpelige Decke der Nasenhöhle *e*; *f* JACOBSON'sche Organe sammt den sie begrenzenden Knorpeln.

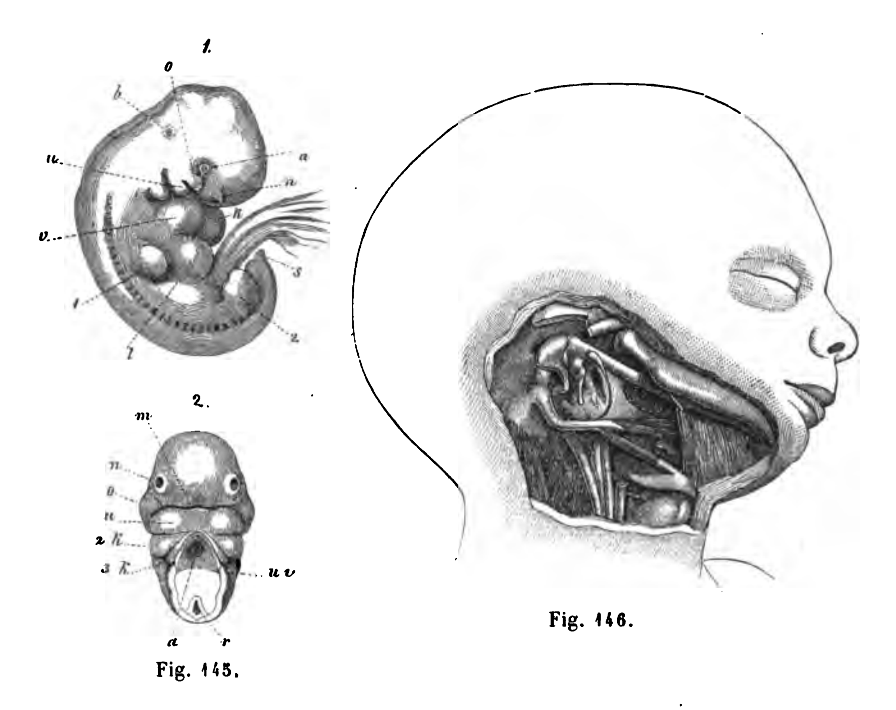


Fig. 145.

Fig. 146.

Fig. 145. Menschlicher Embryo von vier Wochen und 18 mm Länge, vergr. 1. in der Seitenansicht. Das Nabelbläschen, das einen ganz kurzen Stiel hatte, $^{2}/_{3}$ der Grösse des Embryo besass und auf der linken Seite seine Lage hatte, ist nicht dargestellt. 2. Kopf desselben Embryo von unten. *a* Auge; *n* Nasengrübchen; *o* Oberkieferfortsatz; *u* Unterkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; *b* leichte Erhebung, die die Stelle des Labyrinthes andeutet; *'v* rechte Vorkammer; *k* Kammer; *l* Leber; 1 vordere, 2 hintere Extremität; *s* schwanzartiges Leibesende; *m* Mundspalte; 2*k* zweiter, 3*k* dritter Kiemenbogen; *uv* untere Vereinigungshaut, hier als Bekleidung des Herzens erscheinend, das abgeschnitten ist; *a* in Fig. 2 Aorta; *r* Mark, etwas verzerrt. Die Gegend zwischen den letztgenannten zwei Theilen in 2 nicht ausgezeichnet, weil hier eine Nadel zu Fixirung durchgestossen war.

Fig. 146. Kopf und Hals eines menschlichen Embryo aus dem 5. Monate (von circa 18 Wochen) vergrössert. Der Unterkiefer ist etwas gehoben, um den Meckel'schen Knorpel zu zeigen, der zum Hammer führt. Aussen an demselben liegt der *Nervus mylohyoideus*, innen davon der Querschnitt des *Pterygoideus internus* und des *M. mylohyoideus*. Das Trommelfell ist entfernt und der *Annulus tympanicus* sichtbar, der mit seinem breiten vorderen Ende den Meckel'schen Knorpel deckt und dicht hinter sich den Eingang in die *Tuba Eustachii* zeigt. Ausserdem sieht man Ambos und Steigbügel sammt dem *Promontorium*, dahinter die knorpelige *Pars mastoidea* mit dem *Proc. mastoideus* und dem langen gebogenen *Proc. styloideus*, zwischen beiden das *Foramen stylo-mastoideum;* ferner den *M. styloglossus*, darunter das *Lig. stylohyoideum* zum *Cornu minus ossis hyoidei*, dessen *Cornu majus* auch deutlich ist, und den abgeschnittenen *M. stylo-hyoideus*. Am Halse sind blosgelegt der *N. hypoglossus*, die *Carotis*, der *Vagus*, einige Muskeln und der Kehlkopf zum Theil.

So zerfällt dieser Bogen in zwei Haupttheile, von denen der erstere den knorpeligen Ambos und den Hammer sammt dem sogenannten MECKEL'schen Knorpel oder Fortsatze, der andere das Gaumenbein und den Oberkiefer und vielleicht auch die innere Lamelle des *Processus pterygoideus* liefert.

Cartilago Meckelii.

Der äusserst wichtigen von REICHERT gemachten Entdeckung von der Entwicklung der beiden genannten Gehörknöchelchen aus dem Unterkieferfortsatze des ersten Kiemenbogens ging die Beobachtung eines Knorpelstreifens durch J. F. MECKEL voran, welcher bei Embryonen vom Hammer aus an den Unterkiefer sich erstreckt. Die Fig. 146 zeigt diesen MECKEL'schen Fortsatz oder Knorpel von einem $4^1/_2$ Monate alten menschlichen Embryo. Derselbe tritt als ein ziemlich starker cylindrischer Knorpelstrang oben und vorn aus der noch sehr engen Paukenhöhle hervor, gedeckt von dem verbreiterten Ende des vorderen Schenkels des um diese Zeit noch sehr zarten knöchernen *Annulus tympanicus*. Medianwärts von der *Parotis* und der *Carotis externa* gelegen, wendet sich derselbe gleich an die innere Seite des Unterkiefers und verläuft hier in einer bei 3- und 4monatlichen Embryonen sehr stark ausgeprägten Furche nach vorn, bis nahe an die vorderen Enden beider Unterkieferhälften, wo die beiden Knorpel schliesslich bis zur Berührung kommen. In seiner Lage am Kiefer befindet sich der Knorpel hinten zwischen dem Knochen und dem *Pterygoideus internus* mit dem *Nervus lingualis* an seiner medialen und dem *Nervus mylohyoideus* an seiner lateralen Seite, während der *Maxillaris inferior* gerade über ihm seine Lage hat. Weiter nach vorn liegt der MECKEL'sche Knorpel hart am Ansatze des *Musculus mylohyoideus*, jedoch an der Aussenseite des Muskels, so dass er hier nur vom Biventer und der *Glandula submaxillaris* verdeckt wird und eine verhältnissmässig oberflächliche Lage hat. Ganz vorn endlich tritt der Knorpel an die mediale (obere) Seite des *Musc. mylo-hyoideus* und befindet sich mit seinem vordersten Ende unmittelbar unter der Schleimhaut der Mundhöhle, d. h. den Keimen der Schneidezähne. Entfernt man den Paukenring und das Trommelfell, so gewahrt man, dass der Knorpel, ungefähr so wie später der *Processus Folianus* mit dem Hammer sich verbindet, genauer bezeichnet vom Kopfe desselben abgeht und mit ihm Eins ist.

Hammer, Ambos.

Dieser Fortsatz nun, sowie der Hammer und Ambos, sind weitere Entwicklungen des Unterkieferfortsatzes des ersten Kiemenbogens. Derselbe sondert sich, indem er im Innern knorpelig wird, welche Verknorpelung gleichzeitig mit derjenigen der Wirbel (beim Menschen in der 3. und 4. Woche) vor sich geht, zuerst in zwei Abschnitte, ein kleineres hinteres und ein grösseres vorderes Stück, und dann nimmt das erstere und der

hintere Theil des letzteren durch besondere Wachsthumserscheinungen nach und nach die Formen des Ambosses und des Hammers an, so jedoch, dass der letztere mit dem vorderen Knorpelstücke verbunden bleibt. Zugleich drängen sich Hammer und Ambos wie in einen Theil der ersten Kiemenspalte (die spätere Paukenhöhle) ein, ohne wirklich in die Höhlung derselben zu gelangen, und setzen sich mit dem Steigbügel in Verbindung. Die weiteren Schicksale dieser Theile nun sind folgende:

Hammer und Ambos, anfangs ganz knorpelig, beginnen im 4. oder 5. Monate zu verknöchern und zeigen hierbei das Eigenthümliche, dass sie in erster Linie vom Perioste aus ossificiren. Im 6. Monate sind beide Knöchelchen scheinbar ganz ausgebildet, doch ist um diese Zeit weder die äussere periostale Knochenlage ringsherum vorhanden, noch auch der innere Knorpel ganz geschwunden. Ja es behält nach neueren Untersuchungen der Hammer auch später noch, sowohl an seiner Oberfläche als im Innern (am *Processus brevis* und am *Manubrium*) Knorpelreste und verknöchert eigentlich nie vollständig.

Der MECKEL'sche Knorpel ist kein so vergängliches Gebilde wie Viele anzunehmen geneigt sind. Beim Menschen liegen die die vorderen Enden dieser Knorpel dicht beieinander in der Gegend der späteren *Sutura maxillaris*, sind jedoch in der Regel (ob immer, ist noch zu untersuchen) nicht untereinander verbunden, wie dies bei Säugethieren stets der Fall ist. Mit der Entwicklung des Unterkiefers halten dieselben noch eine Zeit lang Schritt, verkümmern dann aber vom 6. Monate an in dem grössten Theile ihres Verlaufes mit einziger Ausnahme ihres vordersten Endes, welches schon sehr früh (im 3. Monate) sich verbreitert und verknöchernd mit dem vordersten Theile des Unterkiefers verschmilzt und spurlos in demselben aufgeht (m. Entwicklg. Fig. 296). Ausserdem erhält sich auch noch ein knorpeliger Rest des fraglichen Organes in dem der Mundhöhle zugewendeten Theile der Symphyse bis nach der Geburt, ohne mit dem Unterkiefer zu verschmelzen, welches Knorpelstück im ersten Jahre bei der Vereinigung der beiden Unterkieferhälften entweder mit dem Knochen verschmilzt oder vergeht. Aus dem hintersten Ende des MECKEL'schen Knorpels, von der *Ligula* am *Foramen alveolare* bis zur *Fissura petroso-tympanica*, gestaltet sich, indem der Knorpel vergeht, das *Ligamentum laterale internum maxillae inferioris*, das somit mit Recht als ein für das Gelenk unwichtiges Band angesehen wird.

Maxilla inferior.

An der Aussenseite des MECKEL'schen Fortsatzes bildet sich der Unterkiefer, und steht dieser Knochen wesentlich in demselben Verhältnisse zu ihm, wie die Deckknochen am Schädel zum Primordialcranium. Von einem kleinen unscheinbaren Anfange an, der schon in der zweiten

Hälfte des zweiten Monates, mithin sehr früh auftritt, gestaltet sich derselbe bald zu einem länglichen, halbrinnenförmigen, an der Aussenseite des MECKEL'schen Fortsatzes gelegenen Scherbchen und wird schon im Anfange des dritten Monates grösser als dieser, während zugleich seine verschiedenen Fortsätze sich zu entwickeln beginnen, und der Knochen allmälig rinnenförmig sich gestaltet, wobei er bei gewissen Thieren eine anfangs selbständige mediale Lamelle erhält (SEMMER), die jedoch bald mit der Hauptmasse verschmilzt. Der Unterkiefer ist somit nicht knorpelig angelegt, wohl aber entwickelt derselbe schon sehr früh am hintern Ende einen Knorpelansatz, der bald den ganzen Angulus und Condylus bildet und auch weit ins Innere sich erstreckt (ich, BROCK).

Maxilla superior, Palatinum, Processus pterygoideus.

Im Oberkieferfortsatze des ersten Kiemenbogens entwickeln sich die Flügelbeine (*Lamina medialis processus pterygoidei*), die Gaumenbeine und der Oberkiefer, die alle einer knorpeligen Anlage ermangeln und die Bedeutung von Belegknochen zu haben scheinen, in welcher Beziehung übrigens alle Beachtung verdient, dass zwei dieser Knochen an der medialen Seite des Primordialcranium, einer an seiner lateralen Fläche sich bildet. Das letzte ist der Fall beim Oberkiefer, der an der Aussenseite des Nasenflügelknorpels und unterhalb desselben entsteht und so die Stelle eines Deckknochens dieses Knorpels vertritt, obschon die Anlage desselben unzweifelhaft auf den Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens führt. Verschieden hiervon liegt das Gaumenbein bei seinem ersten Auftreten an der medialen Seite des seitlichen Nasenknorpels zwischen diesem und der knorpeligen unteren Muschel, welche Lage jedoch nur für die vorderen Theile dieses Knochens zutrifft, indem derselbe weiter hinten an der unteren und Aussenseite des Nasenknorpels seine Lage hat. Eine ähnliche Lage hat auch das Flügelbein an der medialen Seite des knorpeligen *Processus pterygoideus* (*Lamina lateralis proc. pterygoidei*), und weisen diese Verhältnisse darauf hin, dass die letzten beiden Knochen »Schleimhautknochen« sind.

Die genannten Knochen treten alle am Ende des zweiten Monates auf und zwar das Pterygoideum und Palatinum mit Einem Kerne. Beim Oberkiefer beschreiben Aeltere (BECLARD, Meck. Arch. VI) und Neuere (RAMBAUD und RENAULT) mehrfache Kerne, da dieselben jedoch sehr früh (im 3.—5. Fötalmonate) verschmelzen, so ist noch genauer zu untersuchen, ob dieselben wirklich beständig sind.

Os zygomaticum.

Auch das Wangenbein geht aus dem Oberkieferfortsatze des ersten Kiemenbogens hervor, ebenso wie der Oberkiefer. Seine Verknöcherung geschieht nach neueren Erfahrungen mit zwei Kernen.

Zur Vervollständigung der gegebenen Schilderung sind nun endlich noch die sogenannten Gesichtsknochen zu erwähnen, die ganz unzweifel-

haft als Belegknochen des vordersten Theiles des Schädels sich entwickeln. Es sind dies die Nasenbeine, die Thränenbeine, die Pflugschaar und die Zwischenkiefer. Die Nasenbeine und Thränenbeine, die im Anfange des 3. Monates verknöchern, sind ächte Belegknochen des knorpeligen Siebbeines. Die nämliche Stellung hat auch der Vomer zur Nasenscheidewand, der im 3. Monate aus zwei Hälften entsteht und lange Zeit hindurch die Form eines zusammengebogenen Plättchens mit einer Rinne an seiner oberen Seite hat.

Nasenbeine. Thränenbein.

Vomer.

Was die Zwischenkiefer anlangt, so finde ich, dass dieselben als selbständige Knochen sich entwickeln, jedoch ungemein bald mit dem Oberkiefer verschmelzen. Bei der doppelten Hasenscharte mit Wolfsrachen bleibt wegen der mangelnden Vereinigung der Oberkieferfortsätze und der inneren Nasenfortsätze die Verbindung der Oberkiefer und Zwischenkiefer aus, und spricht das selbständige Auftreten von Knochenstücken, welche Schneidezähne tragen, in dem von der Nasenscheidewand getragenen Stummel, wie leicht ersichtlich, entschieden zu Gunsten der Annahme einer selbständigen Entstehung des *Os intermaxillare*, welches diesem zufolge am vordersten Ende des *Septum narium* ungefähr dieselbe Stellung einnehmen würde, wie weiter hinten der Vomer.

Zwischenkiefer.

Wir wenden uns nun schliesslich auch noch zur Besprechung der Umwandlungen des zweiten und der folgenden Kiemenbogen. Nicht blos der erste, sondern auch der 2. und 3. Kiemenbogen gehören, wie die Fig. 82 lehrt, ursprünglich zum Kopfe. Im weiteren Verlaufe, mit dem Hervortreten des eigentlichen Gesichtes rücken jedoch die hinteren Kiemenbogen immer mehr an den Hals und hier liegt dann auch der grössere Theil der bleibenden Gebilde, die aus diesen Bogen hervorgehen.

Zweiter und dritter Kiemenbogen.

Der zweite Kiemenbogen zeigt, sobald in ihm Skelettgebilde erkennbar werden, auf jeder Seite einen einzigen langen schlanken Knorpelstab, der von der knorpeligen Gehörkapsel vor- und medianwärts vom Zitzenfortsatz unmittelbar hinter der Paukenhöhle und den Gehörknöchelchen und lateralwärts von denselben und dem *Nervus facialis* ausgeht und bis in die vordere Halsgegend und zum Körper des Zungenbeins sich erstreckt. Dieser REICHERT'sche Knorpel, wie ich ihn nennen will, ist mit dem knorpeligen Felsenbeine ohne Spur einer Grenzlinie verschmolzen und Eins, dagegen hängen die beiden Knorpel vorn am Halse nie miteinander zusammen, setzen sich vielmehr, wie es scheint, gleich nach ihrem Entstehen sofort mit den Seitentheilen des Zungenbeinkörpers in Verbindung, und hier gliedern sich dann, auch bei Säugethieren, zwei kleinere Stücke auf jeder Seite ab, während

Knorpel des 2. Kiemenbogens und REICHERT'scher Knorpel.

das Hauptstück mit dem Schädel verbunden bleibt. Verknöchernd bilden dann die genannten 3 Stücke das vordere (kleine) Horn des Zungenbeins, dessen längstes Schädelstück entweder durch Knorpel oder Bandmasse mit dem Petrosum verbunden ist. Beim Menschen sind die Verhältnisse anfangs dieselben wie bei Säugern, nur gliedern sich keine besonderen Stücken vom REICHERT'schen Knorpel ab. Die späteren Schicksale dagegen erscheinen insofern andere, als das mittlere Stück eines jeden Knorpels zu Bandmasse sich gestaltet und das *Ligamentum stylo-hyoideum* darstellt, während das Schädelstück zum *Processus styloides* und das Zungenbeinstück zum *Cornu minus* verknöchert, doch ist, wie längst bekannt, die Länge dieser drei Theile eine sehr wechselnde, und können unter Umständen der Griffel und das kleine Zungenbeinhorn so entwickelt sein, dass das Zwischenband äusserst kurz wird oder selbst ganz fehlt.

Kleines Horn des Zungenbeins. *Lig. stylo-hyoideum. Proc. styloides.*

Steigbügel.

Auf den zweiten Kiemenbogen hat REICHERT seiner Zeit auch den Steigbügel bezogen. Es ist jedoch zu bemerken, dass eine Verbindung desselben mit dem REICHERT'schen Knorpel bis anhin sich nicht hat nachweisen lassen und dass manche Wahrnehmungen dafür sprechen, dass dieser Skelettheil ein besonderes von der Gehörkapsel beim Verknorpeln derselben sich abgliederndes Stück ist. Der Steigbügel des Menschen ist ursprünglich ein plumpes keulenförmiges Gebilde, das später durch Resorption ein Loch erhält und dann nach und nach seine typische Form gewinnt. Der Steigbügel verknöchert später als die anderen Gehörknöchelchen und zwar nach RATHKE mit drei Kernen.

Dritter Kiemenbogen.

Der dritte Kiemenbogen wird nur in seinen vorderen vereinigten Theilen knorpelig und gestaltet sich zum Zungenbeinkörper und zu den grossen Hörnern, welche im Knorpelzustande beim Kaninchen anfänglich aus vier besonderen Stücken bestehen. Bei einem Rindsembryo von 35 mm bilden diese Theile ein einziges Stück und dasselbe finde ich beim Menschen im 3. Monate. Die Ossification des Zungenbeins beginnt gegen das Ende des Fötallebens in den grossen Hörnern, und entwickelt sich der Knochen mit Inbegriff der kleinen Hörner aus fünf Stücken, die häufig unverschmolzen sich erhalten.

Wachsthum des Schädels als Ganzes.

Nach Beschreibung der Entwicklung der einzelnen Kopfknochen füge ich noch einige Bemerkungen über das Gesammtwachsthum des knöchernen Kopfes bei. Die am meisten in die Augen fallende Erscheinung ist, wie dies schon früher betont wurde, die, dass der Sphenooccipitaltheil des Kopfes zuerst und erst in zweiter Linie auch der Sphenoethmoidaltheil desselben sich ausbildet (Figg. 134, 135). Vom zweiten Monate an entwickelt sich jedoch der vordere Kopftheil rasch, so dass er schon im 4. und 5. Monate eine nicht unbedeutende Länge besitzt

und ebenso wie in der zweiten Hälfte des Embryonallebens rascher wächst als der hintere Theil. Sind einmal die Verknöcherungen eingetreten, so gewinnt der Schädel an Länge und Umfang durch Wucherungen der Knorpelreste und Nähte, welche Wucherungen überall selbständig auftreten und am Nasentheile ebenso gut, wie an den Synchondrosen der Schädelbasis und an den Nähten des Schädeldaches sich zeigen. Die genaueren Gesetze dieses Wachsthums zu erörtern ist hier nicht am Platze und sei nur das bemerkt, dass Störungen desselben zu frühzeitigen Synostosen an der Schädelbasis und am Schädeldache führen, welche, je nachdem sie vereinzelt oder in grösserer Verbreitung auftreten, geringere oder stärkere Deformitäten bedingen. Schädel und Gehirn haben beide ihr selbständiges und unabhängiges Wachsthum, doch bedingen Störungen in der Entwicklung des einen auch Abweichungen des andern Organes in der Art jedoch, dass fehlerhafte Ausbildung des Gehirns vor Allem und zuerst das Schädeldach und viel weniger die Schädelbasis beeinflusst.

§ 25.

Entwicklung des Skelettes der Glieder.

Entwickelung der äusseren Gestalt der Gliedmassen.

Wir beginnen diesen § mit einer kurzen Schilderung der äusseren Form der Glieder, weil dieselbe für das Verständniss der Homologien der vorderen und hinteren Extremität von grösster Bedeutung ist. Zur Zeit, wo die Extremitäten in den ersten Spuren sichtbar sind, stellen dieselben wesentlich gleich beschaffene kurze Stummelchen dar, welche da, wo die Visceralplatten enden, seitlich vom Rumpfe abstehen und, wie die späteren Zustände lehren, ihre Streckseite dorsalwärts wenden und die spätere Radial(Tibial-)seite kopfwärts gerichtet oder am proximalen Rande zeigen (Fig. 147). Mit zunehmendem Wachsthume legen sich die Glieder immer mehr ventralwärts dem Leibe an und stellen sich auch nach und nach etwas schief nach hinten, so jedoch, dass die vordere Extremität stärker geneigt ist, als die hintere Gliedmasse. Gleichzeitig hiermit tritt auch die erste Gliederung auf, indem Hand und Fuss von der übrigen Gliedmasse sich abschnüren. Nicht viel später erscheint dann auch an dem noch sehr kurzen Anfangstheile der eigentlichen Gliedmasse die erste Andeutung einer Scheidung in zwei Abschnitte dadurch, dass am Arme der Ellbogen als eine nach hinten gerichtete Convexität und am Beine das Knie als eine leichte Wölbung nach vorn auftritt, wie solches alle besseren Abbildungen junger Embryonen

wiedergeben. Mit diesem bereits im 2. Monate auftretenden Unterschiede, der immer ausgesprochener wird, ist die wichtigste Verschiedenheit beider Glieder angelegt, und kann man denselben auch so ausdrücken, dass man sagt, die vordere Extremität rotire aus ihrer primitiven lateralen Stellung allmälig um ihre Längsaxe nach der distalen Seite, während bei der hinteren Gliedmasse das Umgekehrte statt habe, was dann die weitere Folge nach sich ziehe, dass am Arme die Streckseite an die distale, am Beine an die proximale Seite zu liegen komme. Die Homologien der beiden Extremitäten müssen nach ihrer frühesten fötalen Stellung bestimmt werden und sind daher alle Extensorengruppen einander gleichwerthig, und ebenso alle Flexorenabtheilungen, sowie Radius und Tibia, und Ulna und Fibula.

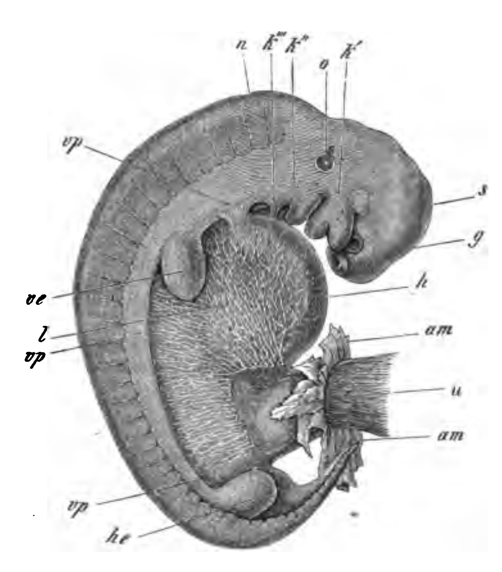


Fig. 147.

Alle Theile der Extremitäten bestehen ursprünglich, abgesehen von den hereinsprossenden Nerven und Gefässen, aus ganz gleichartigen Zellen mit Ausnahme derer des sie bedeckenden Ectoderma. In diesem gleichartigen Blasteme, das aus den Hautplatten sich hervorbildet, entstehen im zweiten Fötalmonate, so wie die Extremitätenanlagen nur etwas grösser geworden sind, bei Kaninchen am 14. und 15. Tage, durch histologische Differenzirung die einzelnen Gewebe und Organe, vor Allem die Skeletttheile, die Muskeln

Fig. 147. Embryo eines Rindes, 3mal vergr. *g* Geruchsgrübchen; *k'* erster Kiemenbogen mit dem Ober- und Unterkieferfortsatze; vor dem ersteren das Auge; *k'' k'''* zweiter und dritter Kiemenbogen. Zwischen den drei Kiemenbogen zwei Kiemenspalten sichtbar, während der Mund zwischen den zwei Fortsätzen des ersten Bogens liegt. *s* Scheitelhöcker; *n* Nasenhöcker; *o* durchschimmerndes Gehörbläschen mit einem oberen Anhange (*recessus vestibuli*); *vp* Visceralplatten oder Bauchplatten; *ve* vordere Extremität; *l* Lebergegend; *am* Reste des Amnion; *h* Nabelstrang. Die Bauchwand dieses Embryo besteht noch grösstentheils aus der ursprünglichen Bauchhaut (*Membrana reuniens inferior*), in welcher zierliche Gefässramificationen sich finden.

und die bindegewebigen Organe, wie die Sehnen und Fascien, von denen hier nur die ersteren etwas näher zu besprechen sind.

Entstehung des Extremitätenskeletts.

Nach meinen Erfahrungen entsteht das ganze Extremitätenskelett als eine von Anfang an zusammenhängende Blastemmasse, in der vom Rumpfe gegen die Peripherie zu, Knorpel um Knorpel, Gelenkanlage nach Gelenkanlage deutlich wird und sich differenzirt, so dass jeder Knorpel vom ersten Anfange an selbständig und ohne Zusammenhang mit den Nachbarknorpeln sich anlegt, zugleich aber auch von seinem ersten Entstehen an mit seinen Nachbarn durch die gleichzeitig mit ihm deutlich werdenden Gelenkanlagen vereinigt ist. Je mehr die Extremität wächst, um so mehr verlängert sich auch in ihrem Innern die Anlage der Skelettgebilde, indem dieselbe zugleich die den einzelnen Abschnitten entsprechende typische Gestaltung annimmt, und gleichzeitig rückt, gewissermassen immer einen Schritt später, auch die histologische Differenzirung nach. Wie man sich das Wachsthum der Anlage der Skelettgebilde im Einzelnen zu denken habe, ist eine schwer genau zu beantwortende Frage. Entweder setzen sich an die wachsende Endzone, z. B. einer sich entwickelnden Phalangenreihe, aus dem umliegenden Blasteme immer neue Zellen an und ordnen sich histologisch den schon vorhandenen Elementen unter, oder es wächst die erste einmal gebildete Skelettanlage durch eigene Thätigkeit ihrer Elemente weiter etwa wie eine Drüsenanlage. Mag die eine oder die andere Vorstellung die richtige sein, so erinnert auf jeden Fall das allmälige Deutlichwerden eines Skeletttheiles nach dem andern an das, was bei der ersten Entstehung der Urwirbel so bestimmt in die Erscheinung tritt, und was auch bei der allmäligen Entstehung der Gliederung wirbelloser Thiere (Arthropoden, Annelliden, Cestoden etc.) zu beobachten ist, in welchen Fällen allen die Annahme einer wuchernden, successive sich gliedernden Blastemzone die den Verhältnissen entsprechende zu sein scheint.

Entstehung der Gelenke.

Hier ist der Ort auch noch der Gelenkbildung zu gedenken. Kein Gelenk entsteht von Hause aus als das, was es später ist und sind alle Theile des Skelettes ursprünglich durch *Syndesmosis* verbunden, wenn man einen Zustand so nennen darf, in welchem weiche, noch indifferente Zellenmassen die Bindeglieder darstellen. Diese Zellenmassen sind, wie schon angegeben, gleich bei der ersten Anlage des Extremitätenskelettes gegeben und anfänglich von den Elementen nicht zu unterscheiden, die die Knorpel liefern. So wie dann aber diese Hartgebilde deutlich zu werden beginnen, fangen auch die Zwischenglieder an einen bestimmten Charakter anzunehmen in ähnlicher Weise, wie bei der Differenzirung der knorpeligen Wirbel und der *Lig. intervertebralia.* Anfänglich zeigt jede Gelenkanlage in ihrer ganzen Breite so ziemlich dieselbe Dicke und

zugleich überragen dieselben die Knorpelenden an gewissen Stellen, wie z. B. an den Finger- und Zehengelenken, so dass sie wie grosse »Zwischenscheiben« (Henke und Reyher) erscheinen. Nach und nach verändern sich jedoch die Gelenkanlagen so, dass sie an ihren Randtheilen sich verdicken und in der Mitte je zwischen den beiden Knorpeln dünner werden, was am Ende so weit geht, dass die Gelenkgegenden wie dicke Ringwülste um die Knorpelenden erscheinen, welche letzteren mittlerweile einander ganz nahe gerückt sind. Gleichzeitig hiermit wandeln sich die Gelenkstellen in ihren äusseren Theilen je länger um so deutlicher in Fasergewebe um, worauf dann in einem gewissen Stadium auch die Gelenkhöhle in Form einer engen Spalte erscheint. Diese für die Gelenkbildung wichtigste Erscheinung ist, wie mir scheint, ein ziemlich verwickelter Vorgang. Untersucht man die Handgelenke menschlicher Embryonen des 4. Monates, so findet man, dass überall die Knorpelenden ohne bindegewebigen Ueberzug die Gelenkhöhle begrenzen, und führt dies zur Annahme, dass die einander entgegen wachsenden Knorpel die mittleren Theile der Gelenkanlagen nach den Seiten drängen, bis sie selbst zur Berührung kommen, womit dann die Gelenkhöhle gegeben wäre. Zu diesem Vorgange kommt dann in den peripherischen Theilen der Gelenke noch eine *Solutio continui*, welche vielleicht in gewissen Gelenken, wie denen mit Zwischenscheiben, als einziger Factor auftritt, bei welcher Spaltbildung wohl unzweifelhaft mechanische, von den umgebenden Weichtheilen (Muskel, Sehnen, Bänder) ausgehende Wirkungen eine Hauptrolle spielen. Ob in einzelnen Fällen auch Erweichungen bei der Gelenkbildung eine Rolle spielen, ist fraglich, und möchte ich die sogenannten Halbgelenke, bei denen so etwas sich findet, hier nicht herbeiziehen.

Die erste typische Gestaltung der Gelenkflächen leite ich von Wachsthumserscheinungen ab, indem dieselbe, wie z. B. am Tarsus, Carpus, Hüftgelenke, Ellbogengelenke u. s. w. zu einer Zeit auftritt, in welcher an einen Einfluss von Muskelwirkungen (L. Fick) unmöglich gedacht werden kann, dagegen bin ich vollkommen bereit zuzugestehen, dass die gebildeten Gelenkenden später noch mannigfach sich umgestalten und gewissermassen sich abschleifen.

In Betreff der Zeit, in welcher die Gelenke sich bilden, so bemerke ich, dass dieselben bei menschlichen Embryonen 6—8 Wochen nach dem ersten Auftreten der betreffenden Knorpel erscheinen. So finde ich bei 4 Monate alten menschlichen Embryonen an den Extremitäten alle Gelenke bis auf die der letzten Phalangen angelegt.

Die Skeletttheile der Extremitäten sind alle als ächte hyaline Knorpel vorgebildet mit Ausnahme der *Clavicula*, die zwar auch präformirt

ist, aber aus einem Blasteme besteht, das zwischen Knorpel und zelliger Bindesubstanz die Mitte hält.

Anmerkung. Die *Clavicula* ist der erste Knochen der bei Menschen ossificirt, und zwar in der 7. Woche, und erreicht rasch eine bedeutende Grösse, so dass sie im 3. Monate bereits 8—9 mm Länge besitzt.

Die sternale Epiphyse der *Clavicula* entwickelt zwischen dem 15. und 18.—20. Jahre einen Knochenkern in sich, der erst am Ende der Wachsthumsperiode (22.—25. Jahr) mit dem Hauptstücke verwächst.

Scapula.

Das Schulterblatt verknöchert im Anfange des 3. Monates mit einem mittleren Kerne, der bald über den ganzen Knorpel sich ausdehnt mit Ausnahme des hinteren Randes, des unteren Winkels des *Processus coracoideus*, der *Cavitas glenoidea*, der *Spina scapulae* (Knorpelbeleg sehr dünn) und des *Acromion*, die noch beim Neugeborenen knorpelig sind und wie Epiphysen und Apophysen eines Röhrenknochens beim weiteren Wachsthume sich betheiligen. Im ersten Jahre erhält der *Proc. coracoideus* einen besondern Kern. Andere Kerne erscheinen erst später, so im zehnten oder elften Jahre ein Kern am oberen Abschnitte der *Cavitas glenoidea*, und zur Zeit der Pubertät: 1) zwei neue Kerne im *Proc. coracoideus*, einer an der Spitze und einer an der Basis nach hinten zu, 2) zwei bis drei Kerne im *Acromion*, 3) ein dünner scheibenförmiger Kern in der ganzen Ausdehnung der *Cavitas glenoidea*, 4) ein Kern im untern Winkel, 5) ein langer streifenförmiger Kern in der ganzen Länge der Basis, und 6) ein nicht beständig vorhandener Kern in der Spina. Von allen diesen Nebenkernen verwächst zuerst der Hauptkern des Rabenschnabelfortsatzes mit dem Knochen (nach dem 16.—17. Jahre), und bis zum 22. bis 25. Jahre hat der Knochen in der Regel alle Kerne in sich aufgenommen.

Humerus.

Das Oberarmbein ossificirt in der 8. oder 9. Woche in der Diaphyse. Bei der Geburt sind die beiden Epiphysen noch vollkommen knorpelig, die Diaphyse verknöchert. Im ersten Jahre bilden sich dann zuerst zwei Kerne in den Epiphysen, und zwar Einer in der oberen Epiphyse und etwas später einer in der *Eminentia capitata*. Bald nachher (im 2. Jahre) erscheint ein Kern im *Tuberculum majus*, und etwas später einer im *Tuberculum minus*. Zu diesen Kernen gesellen sich dann noch solche in den Condylen (5.—10. Jahr), von denen der im *Condylus internus* vor dem andern auftritt, und in der *Trochlea* (12. Jahr, nach Schwegel im 2.—5. Jahr), von welchen Nebenkernen die oberen früher als die unteren mit dem Hauptepiphysenkerne sich verbinden. Zwischen dem 16. und 20. Jahre verwachsen die Epiphysen mit der Diaphyse, und zwar die untere früher als die obere.

Vorderarmknochen.

Bei den Vorderarmknochen beginnt die Verknöcherung der Diaphyse im 3. Fötalmonate, doch bleiben die Epiphysen auch nach der Geburt noch lange knorpelig. Bei beiden Knochen erscheinen die unteren Epiphysenkerne vor den oberen, und zwar beim Radius früher (im 5. Jahre Uffelmann), als bei der Ulna (im 6. Jahre Uffelmann). Der obere Kern tritt im Radius im 5. bis 7. Jahre einfach, in der Ulna, an der Endplatte des Olecranon, doppelt auf, und zwar ein medialer grösserer Kern im 11. Jahre und ein lateraler kleinerer im 14. Jahre (Uffelmann). Nebenkerne, die zum Theil nicht beständig sind, kommen vor in der *Tuberositas radii*, im *Processus coronoideus ulnae* (Schwegel), zwischen Olecranon und Diaphyse (Schwegel, von Uffelmann geläugnet), in

den Griffelfortsätzen von Radius und Ulna. Epiphysen und Diaphysen verschmelzen an den oberen Enden dieser Knochen um das 16. Jahr, an den unteren Enden im 19. bis 20. Jahre.

Handwurzel. Die knorpeligen Handwurzelstücke werden schon im 2. Fötalmonate deutlich und bleiben in der Regel knorpelig bis zur Geburt. Die Verknöcherung findet bei allen mit Einem Kerne statt, und zwar in folgender Reihenfolge und Zeit: 1) *Capitatum* (1. Jahr); 2) *Hamatum* (1. Jahr); 3) *Triquetrum* (3. Jahr); 4) *Trapezium* (5. Jahr); 5) *Lunatum* (5. Jahr); 6) *Naviculare* (6. und 7. Jahr); 7) *Trapezoideum* (7.—8. Jahr); 8) *Pisiforme* (12. Jahr).

Centrale carpi. Sehr beachtenswerth erscheint die Entdeckung eines 9. Handwurzelknorpels bei jungen Embryonen durch HENKE und REYHER und E. ROSENBERG, welcher offenbar dem bleibenden *Centrale* des *Carpus* einiger Säuger, der Reptilien und Amphibien entspricht. Nach E. ROSENBERG erscheint das *Centrale* bei Embryonen des 2. Monates, sobald die übrigen Handwurzelknorpel deutlich sind, erhält sich bis in den Anfang des 3. Monates, zu welcher Zeit es sich noch in einer Extremität von 0,85 cm Gesammtlänge vorfand. Von da an schwindet das *Centrale* von der Volarseite nach dem Handrücken zu und ist bereits bei einer Länge von Vorderarm und Hand von 1,5 cm nicht mehr da. Diese Angaben kann ich nach Beobachtungen an vier Embryonen aus dem 2. und 3. Monate bestätigen, deren Hände (vom *Lunatum* bis zur Spitze des Mittelfingers) 2,13; 3,13; 4,21 und 4,78 mm massen. Das *Centrale* erschien genau so, wie E. ROSENBERG es dargestellt hat (Fig. 148), umgeben von den *Carpalia* 1., 2. und 3. (*Multangula* und *Capitatum*) und dem *Radiale* (*Naviculare*) und ohne alle Beziehungen zum *Intermedium* (*Lunatum*), rundlich dreieckig von Gestalt und mass beim zweiten Embryo 0,097 : 0,13 mm; beim dritten 0,17 : 0,20; beim vierten 0,14 : 0,17. Wie E. ROSENBERG bin auch ich zur Annahme gelangt, dass das *Centrale* später schwindet und nicht mit dem *Radiale* sich vereint, denn es war dasselbe bei einem Embryo des 3. Monates, dessen *Metacarpus* III. 1,56 mm lang war, nur noch an der Dorsalseite des *Carpus* in einer Grösse von 0,14 mm vorhanden, und fehlte ganz bei einem etwas älteren Embryo, bei dem die Ossification der Metacarpusknochen bereits begonnen hatte.

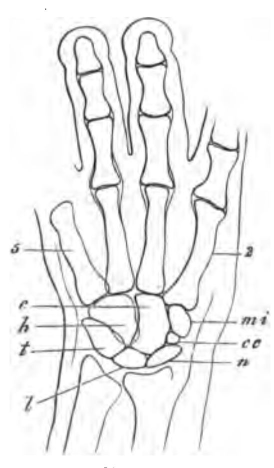


Fig. 148.

Ein zweites überzähliges Handwurzelelement sahen HENKE und REYHER neben einem *Centrale* (l. c. Taf. I. Fig. 1). Möglicherweise ist dieses Gebilde, wenn es als selbständiger Knorpel sich bestätigt, dem Sesambein des *Abductor pollicis longus* des Orang und anderer Primaten gleichzusetzen (E. ROSENBERG).

Fig. 148. Flächenschnitt der Hand eines menschlichen Embryo vom 3. Monate. Daumen und *Carpale primum* (*Multangulum majus*) nicht sichtbar. Vergr. 10mal. *n Naviculare* (*Radiale*); *l Lunatum* (*Intermedium*); *t Triquetrum* (*Ulnare*); *cc Centrale carpi*; *mi Multangulum minus* (*Carpale secundum*); *c Capitatum* (*Carpale tertium*); *h Hamatum* (*Carpale quartum*); 2 Zweiter *Metacarpus*; 5 Fünfter *Metacarpus*.

Die *Ossa metacarpi* verknöchern in den Diaphysen schon im 4. Monate, und zwar nach SCHWEGEL gewöhnlich in folgender Reihenfolge: Zweiter *Metacarpus*, dann dritter und erster, endlich nach einander vierter und fünfter. In derselben Reihenfolge und um dieselbe Zeit verknöchern auch die Phalangen, und zwar die der ersten Reihe früher als die andern. Bei der Geburt sind alle diese Knochen von der Diaphyse aus fast ganz verknöchert, besitzen jedoch alle je Eine grosse knorpelige Epiphyse, welche bei allen Phalangen und dem *Metacarpus* I das proximale, bei den anderen Metacarpusknochen das distale Ende einnimmt. In dieser Epiphyse entstehen in den Metacarpusknochen vom zweiten, in den Phalangen vom dritten Jahre an früher oder später besondere Kerne, welche erst nach der Pubertät mit den Diaphysen sich verbinden. Nach SCHWEGEL sollen alle Phalangen und Metacarpusknochen an beiden Enden Epiphysenkerne besitzen, wie dies schon ALBIN für den *Metatarsus* und *Metacarpus* I angegeben hatte. ALLEN THOMSON (und HUMPHRY) bestätigt ALBIN's Angabe und fand auch am 2. *Metacarpus* eine proximale Epiphyse, meldet jedoch nichts derartiges von den Phalangen. Dagegen sah THOMSON beim Seehunde an der hinteren Extremität an den Metatarsusknochen und beim Delphine auch an den Phalangen je 2 Epiphysen.

Ossa metacarpi.

Von den Knochen der unteren Extremität hat das Hüftbein als Vorläufer einen zusammenhängenden Knorpel von der Gestalt des späteren Knochens, der jedoch, wie GEGENBAUR meldet (Morph. Jahrb. II. S. 238), nach E. ROSENBERG's Entdeckung beim Menschen ursprünglich aus zwei Stücken besteht, dem Schambeintheil und dem Darmbeinsitzbeintheil. Die Verknöcherung beginnt mit 3 Kernen, einem im Darmbeine im 3.—4. Monate, einem (selten zwei) im absteigenden Aste des Sitzbeines im 4.—5. Monate und einem (selten zwei) im horizontalen Schambeinaste im 5.—7. Monate. Beim Neugeborenen sind noch knorpelig der Darmbeinkamm, der ganze Pfannenrand und die Pfanne, in deren Tiefe jedoch die drei Knochenkerne durch Knorpel getrennt der Oberfläche nahe stehen, der absteigende Schambein- und der aufsteigende Sitzbeinast, der Sitzbeinhöcker und der Sitzbeinstachel. Zwischen dem 6.—12.—14. Jahre entstehen drei Epiphysenkerne da, wo die drei Knochen im *Acetabulum* zusammenstossen, *Epiphyses acetabuli* (SCHWEGEL), deren Beständigkeit und genaueres Verhalten noch weiter zu untersuchen ist. Einer davon am Schambeine (*os cotyloidien*, RAMBAUD und RENAULT, *os acetabuli*, W. KRAUSE) erweckt besonderes Interesse, weil derselbe, wenn er, wie beim Kaninchen nach KRAUSE, später mit dem Sitzbeine verschmilzt, das Schambein von der Pfanne ausschliesst, auf welches Verhalten bei gewissen Thieren GEGENBAUR die Aufmerksamkeit gelenkt hat (l. c.). Um dieselbe Zeit wie diese Kerne entsteht auch ein Epiphysenkern an der *Superficies auricularis* des *Os ilei* und am Symphysenende des *Os pubis* (SCHWEGEL) und Nebenknochenpunkte in der *Spina anterior inferior ilei*, der *Crista ilei*, der *Tuberositas* und *Spina ischii*, dem *Tuberculum pubicum*, der *Eminentia iliopectinea* und dem Grunde der Pfanne (*Apophyses juncturae*, SCHWEGEL). Von allen diesen Knochenpunkten vereinigen sich zuerst vom 7. oder 8. Jahre an die den *Arcus pubis* begrenzenden Theile der Schambeine und Sitzbeine, dagegen sind die drei Hauptstücke, sammt ihren im 14.—18. Jahre mit den betreffenden Diaphysen verschmelzenden Epiphysen, in der Pfanne bis zur Pubertätszeit durch einen Yförmigen, die Knochenkerne der *Apophyses juncturae* enthaltenden Knorpel geschieden, und tritt die Verschmelzung dieser Theile im 17. oder 18. Jahre ein, nachdem

Hüftbein.

im Grunde der Pfanne vorher oft ein einziger Knochenkern entstanden ist, auf den der Name *Os acetabuli* am besten passen würde. Die Nebenkerne verschmelzen erst gegen das Ende der Wachsthumsperiode mit dem übrigen Knochen.

Femur. Der Oberschenkel erhält seinen Diaphysenkern am Ende des 2. Monates und verknöchert bald in seiner Diaphyse in grosser Ausdehnung. Am Ende der Fötalperiode zeigt sich ein Kern in der unteren Epiphyse und bald nach der Geburt einer im Kopfe. Dazu kommen dann noch im 3.—11. Jahre ein Kern im *Trochanter major* und im 13.—14. Jahre einer im *Trochanter minor*. In umgekehrter Reihenfolge verschmelzen dann diese Kerne mit der Diaphyse zwischen dem 17. und 24. Jahre, und somit der *Trochanter minor* zuerst, zuletzt die untere Epiphyse. Nach SCHWEGEL haben auch die Condylen des Femur ihre besonderen, vom 4. bis 8. Jahre entstehenden Kerne, die vom 7. bis 14. Jahre mit dem Epiphysenkerne sich vereinen.

Crus. Die Unterschenkelknochen verknöchern von der Mitte aus im Anfange des 3. Monates. Bei der Geburt sind beide Enden noch knorpelig, erhalten jedoch ihre Kerne, von denen die oberen zuerst auftreten, im ersten bis dritten Jahre, so dass die der *Fibula* um ein Jahr und mehr später auftreten als die der *Tibia*. Um das 18.—20. Jahr, auch wohl später, vereinen sich die Epiphysen mit den Diaphysen, und zwar die unteren zuerst. Nebenkerne können vorkommen in der *Tuberositas tibiae* und in den *Malleoli* (SCHWEGEL). Die Kniescheibe ist schon im 2. Monate als Knorpel sichtbar, erhält jedoch ihren Kern nicht vor dem 1.—3. Jahre.

Ossa pedis. Von den Fusswurzelknochen verknöchern vor der Geburt meist nur der *Calcaneus* (6. Monat) und *Astragalus* (7. Monat), manchmal auch das *Cuboideum*. Im ersten Jahre ossificiren das *Naviculare* (SCHWEGEL; nach QUAIN im 4. oder 5. Jahre) und *Cuneiforme* I., das *Cuneiforme* II. im dritten und das III. im vierten Jahre. Der *Calcaneus* erhält zwischen dem 6. und 10. Jahre einen Nebenkern oben am Fersenhöcker, der nach der Pubertät mit dem Hauptknochen verschmilzt.

Mittelfussknochen und Zehenglieder verhalten sich wie die der Hand, nur dass ihre Kerne und die Verschmelzungen derselben im Allgemeinen etwas später auftreten als an der Hand.

II. Entwicklung des Nervensystems.

§ 26.

Erste Entwicklung des Gehirns, der Hirnblasen, Krümmungen des Gehirns. Frühe Zustände des Vorderhirns und Mittelhirns.

Erste Anlage des Medullarrohres. Aus früheren Schilderungen ist hinreichend bekannt, dass das centrale Nervensystem im Bereiche der Stammzone der Embryonalanlage aus einer langen, mässig breiten Platte, der Medullarplatte, sich anlegt, welche mit dem Hornblatte ununterbrochen zusammenhängt

und nach und nach zu einem Halbkanale sich umwandelt, dessen nach der Rückseite offene Rinne die Rückenfurche und dessen Begrenzungsränder die Rückenwülste heissen (Figg. 26, 27). Der allmälige Verschluss dieser Rinne am Rumpfe und am Kopfe und die Bildung eines zusammenhängenden Medullarrohres ist ebenfalls schon besprochen, ebenso wie die ersten Zustände des Gehirns, das Auftreten der drei Hirnblasen und der aus dem Vorderhirn hervorsprossenden Augenblasen, in welcher Beziehung daran erinnert werden kann, dass bei den Säugern diese Gliederungen schon vor dem Verschlusse der Rückenfurche deutlich werden.

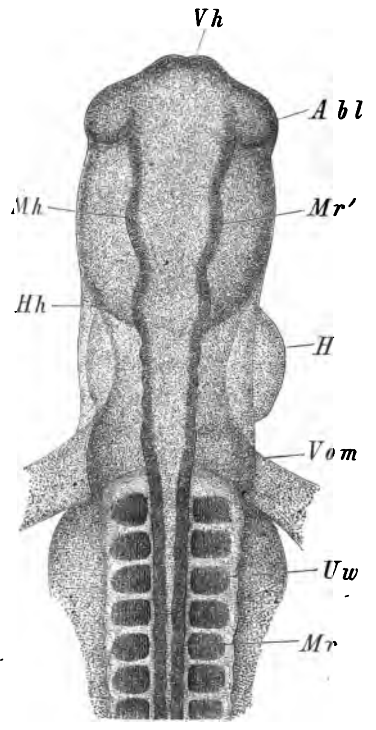


Fig. 149.

Primitives Vorderhirn.

In weiterer Entwicklung verändert sich zuerst das Vorderhirn. Dasselbe besteht ursprünglich gewissermassen nur aus zwei seitlichen Ausbuchtungen, den Augenblasen. Nach und nach aber wächst der zwischen den Augenblasen gelegene Theil nach vorn und oben aus (Fig. 149 *Vh*) und kommen so die Augenblasen etwas nach hinten und unten zu liegen. Indem nun diese Vorgänge immer mehr an Ausdehnung gewinnen, und zugleich die primitiven Augenblasen vom Vorderhirne sich abschnüren und mit einem Stiele, der Anlage des Optikus, sich versehen, sondert sich endlich das Vorderhirn in zwei Abschnitte, in einen vorderen, das secundäre Vorderhirn, Mihalkovics, vor und über den Augenblasen, und einen hintern, das Zwischenhirn, mit dessen unterer Seite die Augenblasen in Verbindung stehen.

Secundäres Vorderhirn. Zwischenhirn.

Dritte Hirnblase.

Eine Sonderung in zwei Theile macht sich auch an der dritten Hirnblase in einer gewissen Weise geltend; doch werden diese Abschnitte, die Hinterhirn und Nachhirn heissen, erst von dem Zeitpunkte an bemerklich, in welchem die Anlagen des kleinen Gehirns bestimmter

Hinterhirn, Nachhirn.

Fig. 149. Vorderer Theil eines Hühnerembryo vom Ende des zweiten Tages vom Rücken her. 40mal vergr. Buchstaben wie in Fig. 34. *Mr'* Wand der 2. Hirnblase.

auftreten, was nicht vor der Ausbildung der Hirnkrümmung geschieht.

Krümmungen des Gehirns.

Das eben gebildete Gehirn liegt anfänglich mit allen seinen Theilen in Einer Ebene, später jedoch biegt sich dasselbe gleichzeitig mit den schon früher gebildeten Kopfkrümmungen in eigenthümlicher Weise.

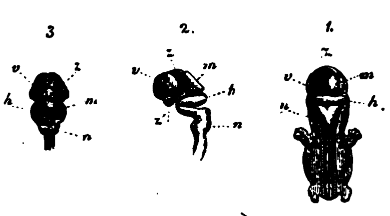


Fig. 150.

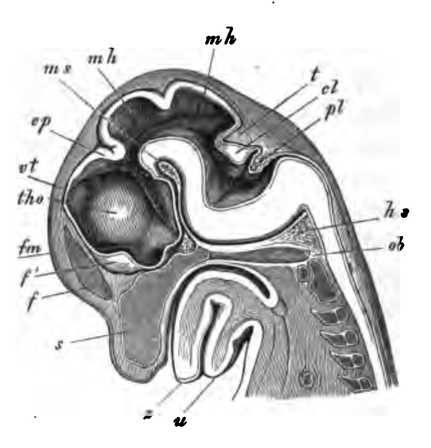


Fig. 151.

Verfolgt man die Längenaxe des Gehirns solcher Embryonen oder noch besser den Verlauf der inneren Höhlung desselben oder des Hirnkanals, so ergiebt sich eine erste Krümmung am Uebergange des Rückenmarkes in die *Medulla oblongata*, die Nackenkrümmung des Gehirns, welche viel stärker ausgeprägt ist als die entsprechende Krümmung des Kopfes. Eine zweite noch beträchtlichere Biegung findet sich am Hinterhirne, da wo Hinterhirn und Nachhirn in einander übergehen, und zwar genau in der Gegend, wo später die Varolsbrücke entsteht; ich heisse dieselbe die Brückenkrümmung. Der vordere Schenkel dieser Krümmung führt

Nacken-krümmung.

Brücken-krümmung.

Fig. 150. Centralnervensystem eines menschlichen Embryo von 8''' Länge (7. Woche). 1. Ansicht des Embryo von hinten mit blosgelegtem Hirn und Mark und den neben demselben gelegenen Spinalganglien. 2. Ansicht des Gehirns und oberen Theiles des Rückenmarkes von der Seite. 3. Ansicht des Gehirns von oben, *v* Vorderhirn; *z* Zwischenhirn; *m* Mittelhirn; *h* Hinterhirn; *n* Nachhirn; *z* vorderes unteres Ende des Zwischenhirns, wo später das *Tuber cinereum* liegt. Die rundliche Stelle davor ist der Sehnerv.

Fig. 151. Kopf eines Schafembryo von 3,6 cm Länge (Kopflänge 1,46 cm) sagittal in der Medianebene durchschnitten, 3mal vergr. *u* Unterkiefer; *z* Zunge; *s Septum narium; ob Occipitale basilare; tho Thalamus opticus; vt* Decke des *Ventriculus tertius; cp Commissura posterior; mh* Mittelhirn mit einer zufällig entstandenen Falte; *ms* der mittlere Schädelbalken v. Rathke (vorderer Schädelbalken ich); *hs* hinterer Schädelbalken; *f Falx cerebri; f'* Schlussplatte des Vorderhirns; *fm* in der Verlängerung dieser Linie das *Foramen Monroi*, von welchem aus eine Rinne rückwärts und abwärts zum Sehnerven zieht, der hohl ist. *t Tentorium cerebelli; cl Cerebellum; pl Plexus chorioideus ventriculi IV.*

bis zum Mittelhirn, welches in dieser Zeit den erhabensten Theil des ganzen Gehirns darstellt (Figg. 150, 151). Am Mittelhirn beginnt dann eine letzte oder die Scheitelkrümmung, indem Zwischenhirn und Vorderhirn wiederum nahezu unter einem rechten Winkel zum Mittelhirn und Hinterhirn gestellt und mit ihrer Längenaxe nach unten gerichtet sind. Diese Krümmungen des Gehirns entsprechen bis zu einem gewissen Grade den Biegungen, welche am Kopfe junger Embryonen sich finden, indem der Nackenhöcker und der Scheitelhöcker des Kopfes auch am centralen Nervensysteme und zum Theil noch deutlicher sich bemerklich machen; allein dieses hat noch eine Biegung, von welcher der Kopf nichts zeigt und diese ist die mittlere Krümmung zwischen Hinterhirn und Mittelhirn oder die Brückenkrümmung.

Scheitelkrümmung.

Ursachen der Krümmungen des Gehirns.

Es ist nicht leicht zu sagen, was die Ursache der Krümmungen des centralen Nervensystems ist. Meiner Ansicht zufolge erklärt sich ein Theil der Krümmungen, und zwar die Nackenkrümmung und die Scheitelkrümmung, wie dies Rathke zuerst richtig angegeben hat, aus dem in frühen Zeiten alle anderen Theile übertreffenden Längenwachsthume des centralen Nervensystems. Dass die Biegungen gerade an diesen zwei Stellen eintreten, erklärt Rathke aus dem Umstande, dass die Axe des Skelettes an der Grenze zwischen Wirbelsäule und Schädel und an der Schädelbasis, da wo die Chorda aufhört und, wie ich hinzufügen möchte, die Hypophysis sich bildet, am nachgiebigsten ist. Wird nun auch in dieser Weise die Krümmung von Kopf und Hirn im Allgemeinen ganz gut erklärt, so genügt das Aufgestellte doch nicht, um die eigenthümliche Gestalt des letzteren im Einzelnen begreiflich zu machen. Es muss daher noch ein besonderes Moment bei der Gestaltung des Gehirns im Spiele sein, und dieses finde ich in dem Auftreten der Hirnhautfortsätze, die oben als vorderer der hinteren Schädelbalken bezeichnet wurden. Von diesen sehr früh auftretenden Fortsätzen setzt offenbar der vordere der einfachen Biegung des Hirnrohres nach der ventralen Seite ein Hinderniss und bewirkt eine viel stärkere Knickung desselben, als sie der Schädel erleidet, während der hintere Balken durch Hebung des unteren Endes des Hinterhirns die rechtwinklige Knickung dieses Abschnittes vervollständigen hilft.

Umgestaltungen der Hirnblasen im Allgemeinen.

Bevor ich weitergehe, will ich vorerst im Allgemeinen angeben, welche Theile des ausgebildeten Gehirns aus den fötalen Hirnabschnitten hervorgehen. Das secundäre Vorderhirn wird zum grossen Gehirn mit Inbegriff der *Corpora striata*, des *Corpus callosum* und des *Fornix*, wogegen aus dem Zwischengehirn die Sehhügel und die Theile am Boden des 3. Ventrikels sich entwickeln. Das Mittelhirn, anfangs ein grosser

Abschnitt, tritt später ganz zurück und gestaltet sich zu nichts anderem als zu den Vierhügeln, das Hinterhirn giebt die Varolsbrücke und das Cerebellum, und das Nachhirn das verlängerte Mark.

Vorderhirn und Zwischenhirn.

Zu den einzelnen Hirntheilen übergehend, bespreche ich zuerst das secundäre Vorderhirn und Zwischenhirn. Das secundäre Vorderhirn, dessen Entstehung aus dem mittleren Theile des primitiven Vorderhirns oben schon besprochen wurde, wandelt sich bald nach seinem Auftreten in ein paariges Gebilde um, indem die seitlichen Theile desselben nach oben und hinten sich ausbuchten, und schon im Stadium der Fig. 152 hinten durch eine starke Einbiegung vom Zwischenhirne sich scheiden, während auch an ihrer oberen Seite eine Längsfurche sich bemerklich macht, in welche ein von der Schädelwand ausgehender sagittaler Fortsatz, die primitive grosse Sichel, hineinragt. Die Höhle dieser Hemisphärenblasen (*hh*) mündet durch je eine grosse Oeffnung (*m*), das primitive *Foramen Monroi*, in einen mittleren Theil des secundären Vorderhirns und durch diesen in die Höhle des Zwischenhirns (*t*) ein. Diesen mittleren Theil, den die Fig. 152 zeigt, betrachte ich mit Mihalkovics als Boden- oder Stammtheil des secundären Vorderhirns.

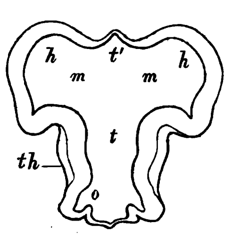


Fig. 152.

Die einmal gebildeten Hemisphärenblasen liegen nur kurze Zeit vor dem Zwischenhirn, und findet man beim Menschen, dass dieselben schon im zweiten Monate nach hinten und aussen sich verlängern, bogenförmig um den Sehhügel und Hirnstiel herumwachsen und erst den Unterlappen und dann auch den Hinterlappen anbilden. Im dritten Monate ist der *Thalamus opticus* von dem mächtig heranwachsenden Grosshirn schon ganz überlagert, dagegen bleibt der Vierhügel oder das Mittelhirn längere Zeit frei (Figg. 153, 154), wird jedoch im fünften Monate ebenfalls überragt, so jedoch, dass derselbe in der Ansicht von hinten anfangs noch sichtbar ist und erst im sechsten Monate ganz sich verbirgt, um welche Zeit das grosse Gehirn über das Cerebellum hinausreicht und zwar mehr als dies später der Fall ist.

Indem ich nun die genauere Schilderung der Veränderungen der äusseren Fläche der Hemisphären für einen späteren § mir aufspare,

Fig. 152. Horizontalschnitt durch das Vorderhirn und Zwischenhirn eines 15 mm langen Schafembryo. Vergr. 15 mal. *h* Hemisphären des Vorderhirns; *m* Gegend des späteren *Foramen Monroi; t'* mittlerer Theil des Vorderhirns; *th Talamus opticus; o* Ausbuchtung, die tiefer zum Opticus führt. *t* Höhlung des Zwischenhirns (*Ventriculus tertius*).

wende ich mich zur schwierigen Darlegung der inneren sie betreffenden Vorgänge. Unter diesen fallen in erster Linie die Verengerungen der Höhle der Hemisphärenblase, die Bildung des Streifenhügels, des *Plexus chorioideus lateralis* und die Entwicklung der sog. grossen Hemisphärenspalte in die Augen, und erscheint es am zweckmässigsten, behufs der Schilderung derselben von einem etwas vorgerückteren Stadium auszugehen.

Innere Veränderungen der Hemisphären.

Oeffnet man bei einem Embryo von drei Monaten die Hemisphären von oben durch einen horizontalen Schnitt (Fig. 155), so findet man im

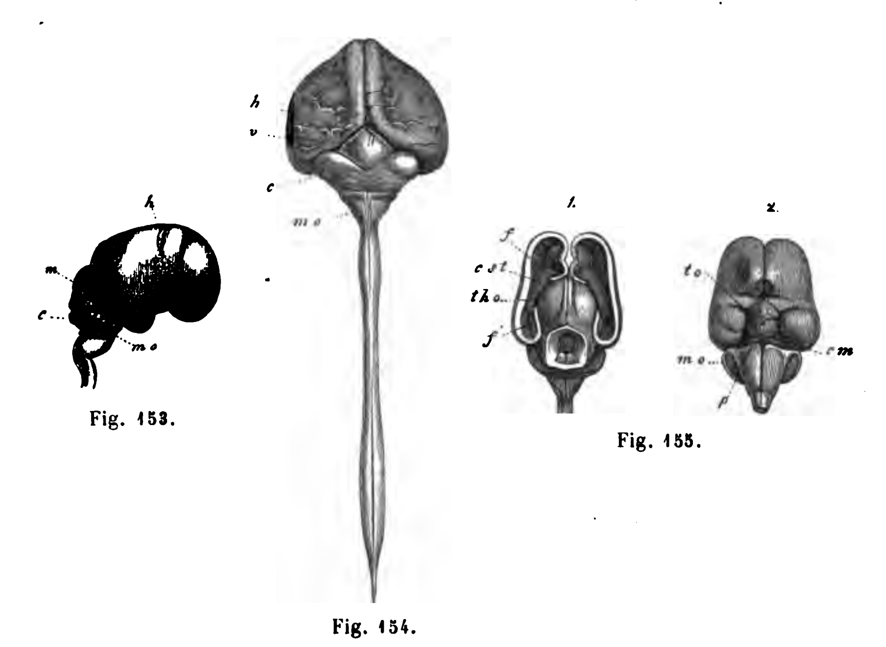


Fig. 153. Gehirn eines 3monatlichen menschlichen Embryo von der Seite in natürlicher Grösse. *h* Hemisphäre des grossen Hirns, an der schon alle Lappen und breit und kurz auch die *Fossa Sylvii* deutlich ist. *m* Mittelhirn; *c Cerebellum*; *mo* Rest der *Membrana obturatoria ventriculi IV*, die als bogenförmige Leiste vom kleinen Hirn auf die *Medulla oblongata* übergeht.

Fig. 154. Gehirn und Mark eines vier Monate alten Embryo des Menschen in natürlicher Grösse. *h* Hemisphären des grossen Hirns; *v* Vierhügel; *c* kleines Gehirn, dessen scheinbar hinterste Windung nichts Anderes ist, als die *Membrana obturatoria ventriculi*; *mo* verlängertes Mark.

Fig. 155. Gehirn eines dreimonatlichen menschlichen Embryo in natürlicher Grösse. 1. Von oben mit abgetragenen Hemisphären und geöffnetem Mittelhirne. *f* Vorderer Theil des abgeschnittenen Randbogens des grossen Hirns; *f'* hinterer Theil des Randbogens, der einen Vorsprung nach innen, das Ammonshorn bedingt; *c st Corpus striatum*, davor eine starke nach innen vortretende Einbiegung der Hemi-

Innern derselben eine grosse Höhle, die jedoch von einer röthlichen, gekräuselten, faltigen Masse nahezu ganz erfüllt wird, die nichts anderes ist als der unverhältnissmässig grosse *Plexus chorioideus lateralis*. Schneidet man denselben von der medialen Wand der Hemisphärenblase, von welcher er ausgeht, ab, so findet man unter demselben eine längliche kolbenförmige Erhabenheit, das *Corpus striatum*, welches nach aussen und vor dem Zwischenhirne oder Sehhügel befindlich tief unter demselben liegt und durch eine tiefe enge Spalte von ihm getrennt erscheint, in Wahrheit aber doch in seinen hinteren zwei Drittheilen mit dem Thalamus verschmolzen ist. Ein noch engere, aber weniger tiefe Spalte scheidet den Streifenhügel auch von der äussern Wand der Hemisphärenblase, die hier etwas dicker ist als an den benachbarten Stellen und sowohl nach aussen als nach innen leicht convex vorspringt. Die Hemisphärenblasen sind in diesem Stadium an der ganzen oberen Seite und vorn durch eine tiefe Spalte von einander geschieden und ganz ohne alle Verbindung, wogegen sie vorn und nach unten zu zwar durch eine Fortsetzung der eben erwähnten Spalte getrennt erscheinen, jedoch im Grunde der Spalte unter einander zusammenhängen. Diese Verbindungsplatte oder Schlussplatte ist eine weitere Entwicklung des ursprünglichen Mittelstückes zwischen beiden Hemisphärenblasen (Fig. 152 bei *t'*), und läuft an der untern Seite des Gehirns bis zur Gegend des Chiasma der Sehnerven. In der grossen Hirnspalte liegt die nun gut entwickelte primitive Sichel, welche jedoch um diese Zeit beim Mangel eines Balkens und des Gewölbes bis zur Oberfläche des Sehhügels reicht und zum Theil zwischen diesem und den Hemisphären zur Schädelbasis herabzieht (Fig. 156), zum Theil in das Bindegewebe der *Tela chorioidea superior* und der seitlichen Adergeflechte sich fortsetzt, wie dies später genauer auseinander gesetzt werden wird. Noch bemerke ich, dass die Höhle der Hemisphären zwischen dem vorderen Ende des Sehhügels und der Schlussplatte beider Hemisphären durch ein spaltenförmiges, aber immer noch ziemlich weites *Foramen Monroi* mit dem engen dritten Ventrikel zwischen beiden Sehhügeln sich verbindet.

Plexus chorioideus lateralis.

Corpus striatum.

Schlussplatte der Hemisphären oder des Vorderhirns.

Primitive Sichel.

Versuchen wir nun die eben geschilderten Verhältnisse aus den einfachen Anfängen der Fig. 152 abzuleiten, so ist es am zweckmässigsten, eine Reihe von Schnitten früherer Zustände zu Grunde zu legen.

sphärenwand, die später vergeht; *tho Talamus opticus*. 2. Dasselbe Gehirn von unten, *t o Tractus opticus* noch querstehend; *cm Corpora mamillaria*, eine einfache Masse bildend, *p Pons Varoli*; *mo* Rest der *Membrana obturatoria ventriculi IV*. Ausserdem sieht man noch das *Tuber cinereum* und die abgeschnittenen zwei *Nervi optici* und am Vorderlappen die beiden *Bulbi* nnd *Tractus olfactorii*.

Die Fig. 156 zeigt einen Horizontalabschnitt der oberen Theile beider Hemisphären eines Kaninchenembryo über den Adergeflechten, von welch letzteren jedoch der oberste Theil, obschon nicht angeschnitten, bei *pl* sichtbar ist, und lässt die grosse Höhle *sv* im Innern der Hirnblasen erkennen, deren Wandungen an der lateralen Seite stärker sind als an der medialen, die dem *Thalamus opticus* zugewendet erscheint. An diesem (*tho*) erkennt man die dicken Seitentheile, den engen 3. Ventrikel und vorn eine dünne Decke oder Deckplatte *tho'*, aus der später das Epithel der *Tela chorioidea superior* und des *Plexus chorioideus ventriculi tertii* sich gestaltet. Zwischen beiden Hemisphären dringt von vorn her die primitive Falx *f* ein, spaltet sich am Sehhügel in 2 Blätter, die rechts und links vom *Thalamus* zwischen ihm und den Hemisphären rückwärts laufen und mit den seitlichen Theilen des mittleren Schädelbalkens *ms* sich verbinden.

Deckplatte des 3. Ventrikels.

Ein zweiter tieferer, durch dasselbe Gehirn gelegter Schnitt (Fig. 157)

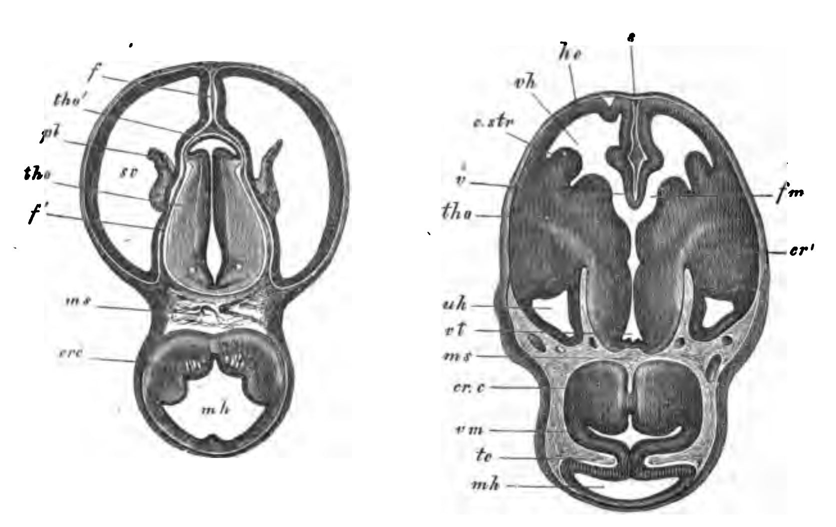


Fig. 156. Fig. 157.

Fig. 156. Horizontalschnitt des Schädels und Gehirns eines Kaninchenembryo von 16 Tagen über dem Streifenhügel durch den seitlichen Ventrikel 10 mal vergr. *mh* Mittelhirn; *ms* mittlerer Schädelbalken; *tho* Zwischenhirn oder *Thalamus opticus* mit dem 3. Ventrikel; *tho'* vordere Wand des *Thalamus opticus* oder Deckplatte desselben; *sv* Höhle der Hemisphären oder seitlicher Ventrikel; *pl Plexus chorioideus lateralis*; *f Falx cerebri primitiva* und *Pia*; *f'* Fortsetzung dieser Theile zwischen Sehhügel und Hemisphäre bis zum mittleren Schädelbalken; *crc Crus cerebri*..

Fig. 157. Horizontalschnitt durch das Gehirn und den Schädel desselben Kaninchen wie Fig. 156 in der Gegend der *Corpora striata*. Vergr. fast 10 mal. *hc* Hemisphäre des Gehirns; *vh* Vorderhirn; *v* Schlussplatte der Hemisphären; *fm Foramina*

zeigt in bemerkenswerther Weise abgeänderte Verhältnisse. Vorderhirn und Zwischenhirn bilden hier eine einzige zusammenhängende Masse, und sieht man nicht nur den vorne zweigetheilten Streifenhügel (*c str*) mit dem *Thalamus* (*th o*) in breiter Verbindung, sondern es strahlt auch bei *cr'* die Faserung des Hirnstieles aus dem einen dieser Ganglien in das andere aus, und ist die Verbindung des Streifenhügels mit der äusseren Wand der Hemisphäre zu erkennen. Ferner hängen die Hemisphären vorn durch die Schlussplatte *v* im Grunde der von der Sichel *s* ausgefüllten vorderen Spalte mit einander zusammen, wogegen hinten noch ein Rest der zwei seitlichen Platten der Sichel sichtbar ist, die den Thalamus und die hinteren Theile der Grosshirnblasen (*uh*) scheiden. Die Höhlen anlangend, so ist der dritte Ventrikel (*vt*) vorn durch zwei *Foramina Monroi* (*fm*) mit den Höhlen der Hemisphären verbunden, von denen hier nur bei *vh* der vorderste und bei *uh* der hinterste Theil sichtbar ist.

Der Frontalschnitt (Fig. 158) zeigt den vor den Hauptmassen des Zwischenhirns gelegenen Theil des Vorderhirns eines Schafembryo von 27 mm aus der Gegend des *Foramen Monroi*. Die grossen mit einer Furche versehenen Kolben der Streifenhügel (*st*) bilden theils den Boden des seitlichen Ventrikels (*vl*), theils begrenzen sie gemeinschaftlich mit den vordersten Theilen der Sehhügel (*th*) den Mittelraum des eigentlichen Vorderhirns *m*, der nach unten zu in den vordersten, vor dem Chiasma gelegenen Theil des dritten Ventrikels (*t*) übergeht. Als Decke des Mittelraumes des Vorderhirns dient wie beim Erwachsenen der vorderste Theil der *Tela chorioidea superior* (*s*), die seitlich jederseits in den *Plexus chorioideus lateralis* übergeht. Die bindegewebigen Theile dieser zwei Gebilde sind Fortsetzungen der primitiven Sichel, die nicht nur bei *f* in die grosse Längsspalte des Gehirns eintritt, sondern auch beim Mangel eines Balkens und Gewölbes bis auf die Vereinigungslamelle der beiden Hemisphären und ihren Uebergang in die Deckplatte des 3. Ventrikels (*s*) dringt und mit der letzteren zusammen die *Tela superior* erzeugt. Ein anderer Theil der Sichel dringt unterhalb einer eigenthümlichen Windung *h* (Ammonswindung, Mihalkovics) an der medialen Wand der Hemisphäre in den *Plexus lateralis* ein, dessen Zellenüberzug nichts anderes als eine Fortsetzung der Wand des Vorderhirns ist. Und zwar setzt sich die mediale Wand der Hemisphäre in die obere Begrenzung

Monroi; c str Corpus striatum; th o Thalamus opticus: cr' Ausstrahlung des Hirnstieles in beide diese Theile; *vt Ventriculus III; uh* Unterhirn; *ms* mittlerer Schädelbalken; *c rc* Hirnstiel; *vm Velum medullare superius; t c Tentorium cerebelli*, dahinter der hinterste Theil des Mittelhirns. Zur richtigen Auffassung dieses Schnittes vergleiche man den Sagittalschnitt Fig. 151.

des Plexus fort, während die untere Zellenlage desselben in die Vereinigungslamelle beider Hemisphären übergeht. Diesem zufolge hat der ganze Plexus einen Ueberzug von der Medullarplatte, und ist die Stelle, wo derselbe scheinbar in den Seitenventrikel eindringt, keine Spalte der Hemisphäre, sondern nur eine Einbuchtung der medialen Wand derselben.

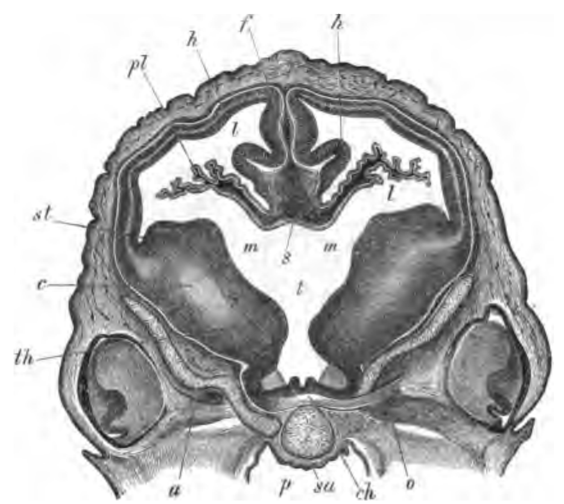


Fig. 158.

In der Fig. 159 ist bei demselben Schafembryo die Stelle gewählt, wo Sehhügel und Streifenhügel verschmolzen sind, und ist dieser Schnitt vortrefflich geeignet, erkennen zu lassen, wie die späteren Verhältnisse der *Plexus laterales* aus den primitiven hervorgehen. Man denke sich nämlich den tiefen breiten Theil der Falx *f* durch den in der Gegend der Windung *h* aus der Hemisphärenwand hervorgewachsenen Balken und das aus dieser Wand selbst entstandene Gewölbe von dem oberen Theile, der zur bleibenden Sichel wird, getrennt, so stellt dieser untere Theil die *Tela chorioidea superior* dar, welche da, wo sie über dem 3. Ventrikel liegt, die Deckplatte desselben als epithelähnlichen

Fig. 158. Frontalschnitt durch das Gehirn eines Schafembryo von 2,7 cm Länge. Vergr. 10mal. *st Corpus striatum; m Foramina Monroi; t Ventriculus III; pl Plexus lateralis; l Ventriculus lateralis*; *s* Schlussplatte der Hemisphären, hier Verbindungsplatte der beiden *Plexus laterales* und Fortsetzung der Deckplatte des 3. Ventrikels; *f* Grosse Hirnspalte mit der primitiven Sichel; *th* tiefster vorderster Theil des *Thalamus opticus; ch* Chiasma; *o* Opticus; *c* Hirnstielfaserung; *h* Hemisphären mit einer in den Seitenventrikel vorspringenden Windung an ihrer medialen Wand; *p* Pharynx; *s a Sphenoidale anterius; a Ala parva.*

Ueberzug gewinnt und mit ihr zusammen auch den *Plexus Ventriculi III* bildet. Weiter seitwärts sitzt die Tela der oberen Fläche des Thalamus als Pia auf und zieht sich dann von dem Punkte an, wo der *Plexus lateralis* abgeht, in das Innere desselben hinein. Der Ueberzug dieses *Plexus* ist auch jetzt noch unmittelbare Fortsetzung der Wand der Hemisphäre, doch geht in diesem Stadium nur noch an der oberen Seite die ganze Wand auf den *Plexus* über, während an der untern Seite nur das

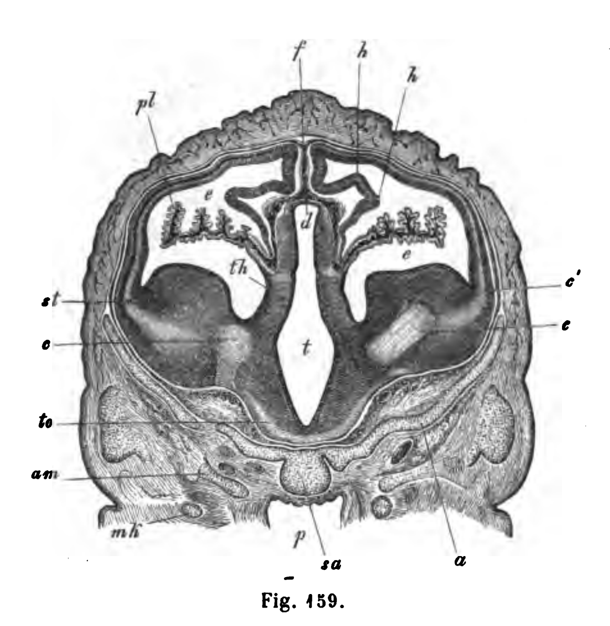


Fig. 159.

bereits deutliche Ependyma des Bodens des *Ventriculus lateralis* und der untern Seitenhälfte des Thalamus es ist, welches diese Rolle übernimmt. *Tela chorioidea superior* und *Plexus lateralis* hängen somit wohl unmittelbar zusammen, doch sind die von der Medullarplatte herrührenden Be-

Fig. 159. Frontalschnitt durch das Gehirn des Schafembryo der Fig. 158, drei Schnitte weiter hinten. Seitlich sieht man noch eine Spur der Pigmentschicht des Auges. *Thalamus* und *Corpus striatum* sind in der Tiefe verschmolzen, und begrenzt der unterste Theil der lateralen Oberfläche des *Thalamus* den *Ventriculus lateralis*, welche Gegend später zum lateralen Abschnitte der oberen Fläche des *Thalamus* wird, oder zur Zone zwischen der *Stria cornea* und der Anheftungsstelle des *Plexus lateralis*. *to Tractus opticus; t Ventriculus III; d* Deckplatte desselben; *th Thalamus opticus; st Corpus striatum; c* Hirnstielfaserung; *c'* Ausstrahlung derselben in die laterale Wand der Hemisphären; *e* seitlicher Ventrikel mit dem *Plexus lateralis pl; h* in den *Ventriculus lateralis* vorspringende Windung; *f* Primitive Sichel; *am Ala magna; a Ala parva; sa Sphenoidale anterius; p* Pharynx; *mk* MECKEL'scher Knorpel.

lege beider an dieser Stelle ganz und gar getrennt und nur im Bereiche des *Foramen Monroi* in Verbindung, wie ein Blick auf die Fig. 158 darthut.

Uebersicht der Veränderungen des secundären Vorderhirns.

Fassen wir nun an der Hand dieser Schnitte die wesentlichen Veränderungen in's Auge, welche das secundäre Vorderhirn nach seiner ersten Bildung erleidet, so sind es folgende.

Einmal entwickelt dieses Vorderhirn schon in früher Zeit auf jeder Seite einen selbständigen hohlen Fortsatz, der neben und über dem Zwischenhirne nach hinten und unten wuchert und niemals mit dem der anderen Seite in direkte Verbindung gelangt. Während dies geschieht, trennt sich der mittlere Theil des Vorderhirnes durch eine longitudinale, von der primitiven Sichel eingenommene Spalte immer schärfer in zwei Hälften, welche jedoch im Grunde der Spalte durch eine mittlere Schluss- oder Verbindungsplatte vereinigt bleiben, welche vor dem Thalamus beginnt und bis zum Boden des 3. Ventrikels herabläuft (Fig. 151).

Ein zweiter erwähnenswerther Vorgang ist die Verdickung der Wandungen der Hemisphärenblasen, welche am Boden derselben beginnt und zur Entwicklung des bald mächtig werdenden Streifenhügels führt. Ausserdem tritt auch schon in früher Zeit, vom *Corpus striatum* ausgehend, eine langsame Verdickung der lateralen Wand der Grosshirnblase auf.

Mit der Entwicklung der Grosshirnganglien geht drittens auch eine Verschmelzung derselben mit dem Sehhügel Hand in Hand. Während anfangs die Hemisphärenblase nur mit dem vordersten Theile des hinter ihr liegenden Abschnittes in Verbindung ist (Fig. 150), vereinen sich später die Bodentheile derselben nach hinten fortschreitend immer mehr mit dem Zwischenhirne (Fig. 157), bis am Ende beide Ganglien mit den einander zugewendeten Theilen ganz verschmolzen sind (Figg. 155, 158, 159).

Die Verengerung der ursprünglich so weiten Höhle der Grosshirnblasen hängt in erster Linie ab von den Verdickungen ihrer Wände bei der Bildung der Streifenhügel, doch sind ausserdem auch noch von Einfluss die Bildung einer Falte an der medialen Wand (Fig. 159 *h*) und die Entwicklung der Schlussplatten nach hinten, die mit dem Wachsthume der Sichel in Zusammenhang steht. Durch den letzt genannten Vorgang wird vor Allem das Monroi'sche Loch immer enger (s. die Figg. 152, 157), an dessen Verkleinerung möglicher Weise auch ein Wachsthum der Hirnganglien nach vorn seinen Antheil hat. Das in Verengerung begriffene Foramen ist eine von vorn und oben nach unten und hinten gekrümmte Spalte, wie sie die Fig. 151 zeigt. Endlich trägt indirekt zur Verengerung der Höhlen auch die früh erfolgende Bildung der Adergeflechte bei,

welche durch eine Einstülpung der medialen Wand der Hemisphärenblase unter gleichzeitiger Bildung gefässreicher Fortsätze der primitiven Sichel entstehen. Diese Einstülpung bildet sich in einer Linie, die vom *Foramen Monroi* aus längs der oberen Theile der Seitenfläche des Thalamus rückwärts zieht und in der Höhe der Cauda des Streifenhügels endet. In dieser Gegend ist die Hemisphärenblase nicht gespalten oder offen, wohl aber verdünnt sich im ganzen Bereiche des Plexus die Medullarplatte und gestaltet sich schliesslich zum Ependyma desselben.

§ 27.

Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn.

Zwischenhirn.

In den bisherigen Betrachtungen geschah des Zwischenhirns mehr nur gelegentlich Erwähnung, nun ist aber dieser Hirntheil genauer in seinen Einzelheiten zu schildern.

Sehhügeltheil des Zwischenhirns.

Anfänglich eine dünnwandige Blase, wie die übrigen Abtheilungen des Hirns, verdickt sich das Zwischenhirn bald in seinen Seitentheilen und lässt sich dann mit Reichert passend in einen Sehhügel- und einen Trichtertheil sondern. Der Sehhügeltheil nimmt die obern und vorderen Seitentheile ein und gewinnt rasch eine sehr erhebliche Dicke (Fig. 156), so dass die ursprüngliche breite Höhle dieses Hirnabschnittes (Fig. 152) zu einer engen senkrechten Spalte, dem 3. Ventrikel, sich gestaltet. Den Umfang dieser Verdickung und somit auch die Gestalt des eben entstandenen Sehhügels, dem diese entspricht, ersieht man am besten aus Längsschnitten, wie die Fig. 151 einen darstellt, welche ergiebt, dass die Sehhügelregion die vorderen und oberen Theile des Zwischenhirns einnimmt und durch eine Furche, den *Sulcus Monroi* Reichert, von der Trichterregion des Zwischenhirns geschieden ist.

Deckplatte des 3. Ventrikels.

Nach oben wird der 3. Ventrikel durch eine Deckplatte geschlossen, deren Verhältnisse aus den Figg. 156, 158, 159 hinreichend deutlich werden. Diese Deckplatte beginnt als unmittelbare Fortsetzung der Decke des Vierhügels und zeigt hier bald eine Verdickung, die nach und nach die Form eines kleinen Umschlages annimmt (Fig. 151) und die erste Spur der hinteren Commissur darstellt. Etwas vor dieser Stelle erscheint bei etwas vorgerückteren Embryonen eine kleine, nach hinten gerichtete Ausbuchtung, die erste Spur der Zirbel, *Glandula pinealis*.

Commissura posterior. Zirbel.

Weiter nach vorn wird die Deckplatte des 3. Ventrikels immer schmäler (Fig. 159), um jedoch, dicht über dem Monroi'schen Loche,

wiederum sich zu verbreitern (Fig. 156) und dann unmittelbar in die Schlussplatte oder Vereinigungsplatte der Hemisphären sich fortzusetzen (Figg. 156, 157 *v*). Diesen Uebergang stellt die Fig. 151 am klarsten dar, indem hier die Deckplatte des 3. Ventrikels *cp* und *vt* längs des Randes der Sichel *f* in ihrer Fortsetzung in die Schlussplatte der Hemisphären *f'* in ihrer ganzen Ausdehnung dargestellt ist.

Trichterregion.

Die Trichterregion des Zwischenhirns zerfällt in einen hinteren und einen unteren Abschnitt. Der erstere geht aus dem Boden des Mittelhirns hervor und steigt an der vorderen Seite des mittleren Schädelbalkens bei jungen Embryonen (Fig. 151) ganz steil herab bis zum Infundibulum und zur Gegend des Sattels. Hier biegt die Trichterregion wie unter rechtem Winkel um, zeigt bald darauf seitlich eine Oeffnung, den Anfang des *Nervus opticus*, und endet vor dieser Stelle blind durch die *Lamina terminalis* geschlossen, welche, in der Fig. 151 unter dem Buchstaben *f'* gelegen, als das Ende der Schlussplatte der Hemisphären angesehen werden kann. Anlangend die Beschaffenheit der Wandungen der Trichterregion, so ist der Boden derselben nur hinten vor der Spitze des mittleren Schädelbalkens dick, welche Gegend noch an der Bildung der Hirnstiele sich betheiligt, weiter vorn dagegen ist die Trichterregion unten nur durch eine dünne Lamelle geschlossen, die die Grundplatte heissen kann und in früherer Zeit, ohne weitere Differenzirungen zu zeigen, in die *Lamina terminalis* übergeht. Bald jedoch entwickelt sich in ihr in der Gegend zwischen beiden Sehnerven (Sehnervenplatte MIHALKOVICS) das Chiasma und ein Theil des *Tractus opticus*, ferner am Infundibulum eine stärkere Hervorwölbung, das *Tuber cinereum*, und hinter diesem eine unpaare Wucherung, die Anlage der *Corpora mamillaria* (Fig. 155, 2), während zugleich die dicke Hirnstielanlage seitlich etwas mehr hervortritt und paarig wird, von welchem Zeitpunkte an der Boden der Trichterregion nicht mehr weit von den bleibenden Verhältnissen verschieden ist.

Lamina terminalis. — Grundplatte der Trichterregion. — Chiasma. — *Tuber cinereum.* — *Corpora mamillaria.*

Die untere Trichterregion ist das eigentliche Ende des primitiven Gehirns oder des ursprünglichen Vorderhirns, und betrachte ich an ihr als den vordersten Theil nicht die Gegend des Trichters, sondern die der Sehnervenursprünge sammt der vor diesen gelegenen *Lamina terminalis*, weil am primitiven Gehirn die hohlen Sehnerven oder die Abgangstellen der primitiven Augenblasen die allervordersten Theile einnehmen.

Es erübrigt nun noch von dem Hirnanhange und der Zirbel im einzelnen zu handeln.

Hypophysis cerebri.

Der Hirnanhang, *Hypophysis cerebri*, ist ein Gebilde, das nur in seinem hintern kleineren Lappen dem centralen Nervensysteme angehört, während der grössere vordere Abschnitt desselben von der

primitiven Mundhöhle aus sich entwickelt, und zwar von dem Theile her, der ursprünglich vor der Rachenhaut liegt und die primitive, vom äusseren Keimblatte ausgekleidete Mundbucht darstellt (s. S. 171, Fig. 133). Von diesem Keimblatte oder dem Ectoderma aus bildet sich sehr früh eine durch die primitive häutige Schädelbasis dringende Aussackung, die Hypophysentasche oder das Hypophysensäckchen, welche später im Zusammenhange mit der Entwicklung der knorpeligen Schädelbasis von der oberen Schlundwand sich abschnürt und in die Schädelhöhle zu liegen kommt, wo sie dann weiter in ein zusammengesetztes drüsenartiges Organ, den grösseren Lappen dės Hirnanhanges, sich umbildet. Umgekehrt entwickelt sich der hintere Lappen der *Glandula pituitaria* aus einem hohlen Fortsatze der Trichterregion des Zwischenhirns, welcher primitive Trichter (*Processus infundibuli*) später an seinem unteren Ende solid wird und zu indifferentem Gewebe sich gestaltet und nur im bleibenden Infundibulum hohl und nervös sich erhält.

Hypophysentasche.

Hinterer kleiner Lappen der Hypophysis.

Processus infundibuli.

Anmerkung. Die abgeschnürte Hypophysentasche treibt in weiterer Entwicklung aus ihrer vorderen Wand hohle Sprossen, welche bald sich verästeln, während zugleich das umliegende Gewebe reich an Gefässen wird und alle Lücken zwischen den Sprossen von solchen eingenommen werden. Während nun diese Sprossen sich fortwährend vermehren, werden zugleich auch ihre Enden durch die wuchernde Gefässlage abgeschnürt, was jedoch ihrem Wachsthume kein Ziel setzt; vielmehr geht, so lange die Hypophysis noch nicht fertig ist, diese Sprossenbildung und die Abschnürung der Sprossen ununterbrochen fort, wobei jedoch das Beachtung verdient, einmal dass Reste des ursprünglichen Hohlraumes sehr lange, vielleicht zeitlebens sich erhalten, und zweitens, dass die anfänglich als hohle Sprossen auftretenden und als solche wuchernden und sich verästelnden Gebilde später an ihren Enden solid werden und auch in diesem Zustande weiter wachsen.

Zirbel.

Die Zirbel (*Conarium*, *Glandula pinealis*) ist in ihrer primitiven Form einfach eine Ausstülpung der Decke des Zwischenhirns. Später treibt beim Hühnchen dieser Blindsack hohle Sprossen, die sich abschnüren, während zugleich reichliche Gefässe sich um dieselben entwickeln, bis am Ende so zu sagen die ganze Ausbuchtung in blasenförmige, von epithelähnlichen Zellen ausgekleidete Gebilde sich umgewandelt hat. Bei Säugethieren sind die Vorgänge dieselben, nur verlieren die abgesonderten Theile später ihre Höhlung. Diesem zufolge sind die Drüsenblasen der Zirbel der Vögel und die Zellennester der Säugethiere auf die Medullarplatte zurückzuführen und in demselben Sinne epitheliale Organe wie das Epithel der Adergeflechte.

Mittelhirn.

Das Mittelhirn erleidet keine so bedeutende Veränderungen, wie

die bisher beschriebenen Hirntheile. Ursprünglich ein grosser, ganz frei gelegener Hirntheil (Figg. 150, 153), wird derselbe, wie schon früher angegeben, allmälig vom grossen Hirn bedeckt, während er zugleich im Wachsthume weniger fortschreitet und nach und nach zu einem untergeordneten Gebilde zurücksinkt (Fig. 154). Zugleich verengert sich auch die Höhle der Blase, vor Allem durch Wucherung ihrer Anfangs dünnen oberen Wand, während die untere der Spitze des mittleren Schädelbalkens anliegende Wand schon früh sehr dick erscheint (Fig. 156), so dass am Ende nur noch der *Aquaeductus Sylvii* als Rest derselben übrig bleibt.

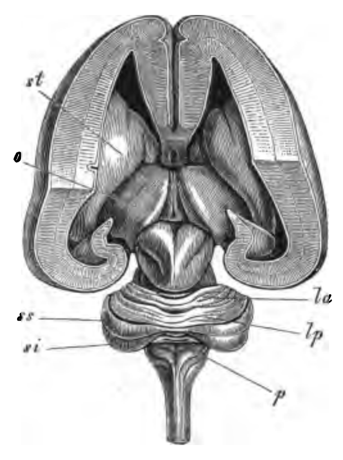


Fig. 160.

Die Vierhügel sind schon im 5. Monate mit zwei Furchen versehen (Fig. 160), doch ist die Längsfurche nur zwischen dem vorderen Hügelpaare da und die schief gelagerte Querfurche erreicht die obere Mittellinie nicht. Im 6. Monate rücken diese Furchen weiter, erreichen jedoch erst im 7. Monate ihre volle Ausbildung. Die Form anlangend, so ist in diesen Zeiten der steile und hohe Absturz der hinteren Hügel gegen die *Crura cerebelli superiora* auffallend. Sehr bemerkenswerth ist auch die frühe starke Entwicklung der *Corpora geniculata*.

Hinterhirn.

Das primitive Hinterhirn gestaltet sich zum *Pons*, zum *Cerebellum* und zur *Medulla oblongata*, welche im Zusammenhang besprochen werden sollen.

Cerebellum.

Das *Cerebellum* entwickelt sich als eine Verdickung der Decke der vordersten Theile des Hinterhirns, welche bald die Gestalt einer querstehenden Platte und in der Seitenansicht die einer Umknickung des Hinterhirns annimmt (Fig. 161), während Längsschnitte und Frontalschnitte (Figg. 151, 162) darthun, dass das Organ zwar keine Spur einer Höhlung besitzt, wohl aber an der vorderen Seite in eigenthümlicher Weise eingebogen ist.

Fig. 160. Gehirn eines menschlichen Embryo von 5 Monaten mit blosgelegten Ganglien nach Wegnahme des Balkens, *Fornix* und *Plexus lateralis* sammt *Tela chorioidea sup.* und Zirbel. *st Corpus striatum; o Thalamus opticus; la Lobus lunatus anterior mihi; lp Lob. lunatus posterior mihi; ss Semilunaris superior; si Semilunaris inferior; p Pyramis.* Natürliche Grösse.

Nach vorn steht das kleine Hirn durch eine dünne Lamelle mit dem Mittelhirn in Verbindung, welche vor der Anlage des Tentorium gelegen als Fortsetzung des tiefsten vordersten Theiles des Organs erscheint und nichts anderes ist als die Anlage des *Velum medullare superius*. An der

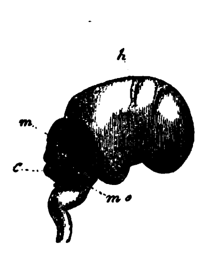


Fig. 161.

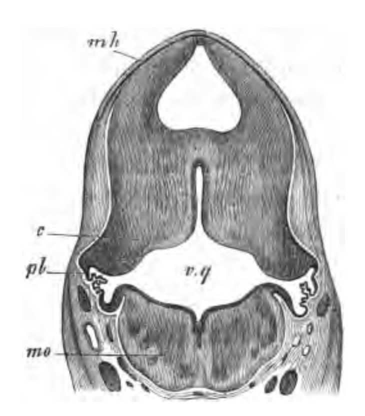


Fig. 162.

Ventralseite geht dasselbe unmerklich in die Gegend der 3. Hirnblase über, die später zum *Pons Varoli* sich gestaltet, und zwar in einer Weise, dass es in seitlichen Ansichten den Anschein hat, als ob der nach vorn umgebogene Theil des sogenannten Nachhirns hackenförmig unmittelbar in das Cerebellum sich umböge (Fig. 161).

Membrana obturatoria ventriculi IV.

Die eigenthümlichsten Verhältnisse zeigt das kleine Gehirn nach hinten, indem es hier an die umgestaltete Decke des 4. Ventrikels oder des Hinterhirns im engeren Sinne angrenzt, die ich *Membrana obturatoria ventriculi quarti* genannt habe. Ursprünglich besitzt das Hinterhirn eine dorsale Wand, welche, obschon viel dünner als die Seitenwände und auch als die vordere Wand, doch aus mehreren Zellenschichten besteht. Sehr bald verdünnt sich jedoch diese Wand in der auffälligsten Weise an gewissen Stellen (Fig. 151), während sie

Fig. 161. Gehirn eines 3monatlichen menschlichen Embryo von der Seite in natürlicher Grösse. *h* Hemisphäre des grossen Hirns, an der schon alle Lappen und breit und kurz auch die *Fossa Sylvii* deutlich ist. *m* Mittelhirn; *c Cerebellum*; *mo* Rest der *Membrana obturatoria ventriculi IV*, die als bogenförmige Leiste vom kleinen Hirn auf die *Medulla oblongata* übergeht.

Fig. 162. Frontalschnitt durch das Gehirn eines Kaninchens von 16 Tagen in der Gegend des 4. Ventrikels. Vergr. 10mal. *mo Medulla oblongata*; *vq Ventriculus quartus*; *c Cerebellum*; *pl Plexus chorioideus ventriculi IV*; *mh* Mittelhirn mit grosser Höhle.

an anderen dicker sich erhält, und zugleich erleidet dieselbe auch besondere Faltungen, indem von aussen her die sich entwickelnde *Pia mater* die Medullarplatte vor sich her gegen die Höhle zu drängt, welche Adergeflechtsfalten dann später zu den Adergeflechten des 4. Ventrikels sich gestalten, während ihr Ueberzug von der Medullarplatte zum Ependyma wird. Frühere Stadien dieser Umgestaltung geben die Fig. 151 im Längsschnitte und die Fig. 162 im Querschnitte, spätere die Fig. 163, welche den vorderen Theil der *Membrana obturatoria* wie aus zwei Windungen gebildet erscheinen lässt, die man den *Gyrus chorioideus anterior* und *posterior* heissen kann, und die Fig. 161, welche die Ausgangsstellen der *Membrana obturatoria* am Cerebellum und an der *Medulla oblongata* zeigt.

Adergeflechtsfalten.

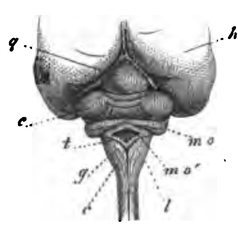


Fig. 163.

In Betreff der späteren Umgestaltungen der *Membrana obturatoria* ist so viel sicher, dass aus dem dünnsten mittleren Theile derselben die *Tela chorioidea inferior* und das Adergeflecht des 4. Ventrikels sich entwickelt. Dagegen gehen ihre Randtheile überall in Nervenmasse über und liefern die an das Cerebellum angrenzenden Theile derselben (die vordere Lamelle der Adergeflechtsfalte oder der *Gyrus chorioideus anterior*) die *Vela medullaria inferiora*, die *Pedunculi Flocculorum*, und die Flocke, während aus den an die *Medulla oblongata* anstossenden Theilen der *Obex* am *Calamus scriptorius* und die *Ligula* am Rande des *Sinus rhomboidalis* hervorgeht.

Die 4. Hirnhöhle ist bei Embryonen jederzeit geschlossen, und halte ich nach wie vor dafür, dass dies auch beim Erwachsenen die Regel ist

Fig. 163. Ansicht des hinteren Theils des Gehirns eines 4 Monate alten, 4″ 4½‴ langen menschlichen Embryo in natürlicher Grösse. *h* Hemisphäre des grossen Gehirns; *q* noch einfacher Vierhügel, vor dem das abgeschnittene *Tentorium cerebelli* sichtbar ist; *e* kleines Gehirn, und zwar bezeichnet der Buchstabe die vereinigten *Lobi semilunares*, die am Wurme durch eine einfache Querwindung zusammenhängen, welche die vereinten *Laminae transversales superiores* und *inferiores* darstellt. Die vor dieser Windung liegende Furche ist die einzige, die sonst noch am *Vermis superior* sich findet, und scheidet seitlich in etwas die vereinigten *Semilunares* und den späteren *Quadrangularis*. Hinter der einfachen *Lamina transversalis* liegt die *Pyramis*, die an den Hemisphären den *Lobus inferior* wie einen kleinen Anhang zeigt, und hinter der *Pyramis* erscheint noch ein ganz schwacher Streifen der Uvula; *mo Membrana obturatoria ventriculi IV* wie einen zweibäuchigen Lappen (*Gyrus chorioideus anterior et posterior*) darstellend. Die quere Furche zwischen diesen Lappen bezeichnet die Stelle, durch welche die *Pia mater* eindringt und in den *Plexus chorioideus IV* übergeht; *mo'* mittlerer brückenartiger Theil der Deckmembran, *t* hinterer Theil derselben, der zur *Ligula Sinus rhomboidei* wird; *g Fasciculus gracilis*; *c Fasc. cuneatus*; *l Fasc. lateralis*.

und dass die Oeffnung am *Calamus scriptorius* (*Foramen Magendii*), wo sie vorhanden, keine gesetzmässige Bildung ist, noch weniger die Löcher am *Recessus lateralis*, die BOCHDALEK zur Aufstellung des Namens »Füllhorn« Veranlassung gaben.

Spätere Entwicklung des Cerebellum des Menschen.

In Betreff der späteren Entwicklung des kleinen Gehirns des Menschen verweise ich auf meine Entwicklungsgeschichte und bemerke nur Folgendes:

Bei Neugeborenen misst das kleine Gehirn 4,7—5,0 cm in der Breite und weicht in seinen Formalverhältnissen nicht wesentlich von denen des Erwachsenen ab. Auch die Zahl der Windungen ist annähernd die gleiche, und nimmt die Bildung derselben in den letzten Fötalmonaten einen raschen Fortgang, indem noch im 7. Monate die Windungen der Zahl nach nur etwa ein Dritttheil von dem zeigen, was die des Neugeborenen betragen.

Meine Beobachtungen über die Entwicklung der Windungen lassen sich wie folgt zusammenfassen (Figg. 160, 163, 164, 165, 166):

1) Die Windungen und Furchen entstehen zuerst am *Vermis* und schreiten von hier aus auf die Hemisphären fort.

2) Die Windungen der oberen Seite des *Cerebellum* gehen in der Entwicklung denen der unteren Seite voran.

3) Nach der Zahl der zuerst auftretenden Furchen und Windungen lassen sich am *Cerebellum* folgende primitive Theile oder Hauptlappen unterscheiden.

A. Am Wurme:

1) Oberwurm. 2) *Laminae transversales*. 3) *Pyramis* (*p*). 4) *Uvula* (*u*). 5) *Nodulus* (*n*).

B. An den Hemisphären:

1) *Lobus quadrangularis*. 2) *Lobus posterior* (*ss, si*), HENLE (*Semilunaris superior et inferior cum gracili*). 3) *Lobus inferior* (*i*). 4) Tonsille (*t*). 5) Flocke sammt den *Vela medullaria posteriora* (*f*).

Als secundäre Lappen ergeben sich:

A. An den Hemisphären:

1) Der vordere Abschnitt des *Lobus quadrangularis*, den ich *Lobus lunatus anterior* heissen will (Fig. 160, *la*).

2) Der hintere Abschnitt desselben, *Lobus lunatus posterior* (Fig. 160, *lp*).

3) Der *Lobus semilunaris superior* (*ss*).

4) Der *Lobus semilunaris inferior* (*si*).

B. Am Wurme:

1) Die *Lingu'a*.

2) Der *Lobulus centralis.*

3) Die Verbindung des *Lunatus anterior* (*Monticulus*).

4) Die Verbindung des *Lunatus posterior* (*Declive*).

5) Die *Lamina transversalis superior* (*Folium cacuminis*, Wipfelblatt).

6) Die *Laminae transversales inferiores* (*Tuber valvulae*, Klappenwulst).

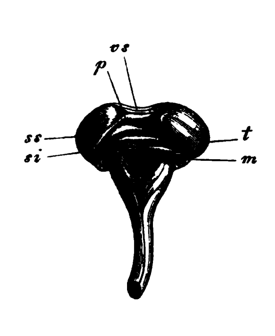


Fig. 164.

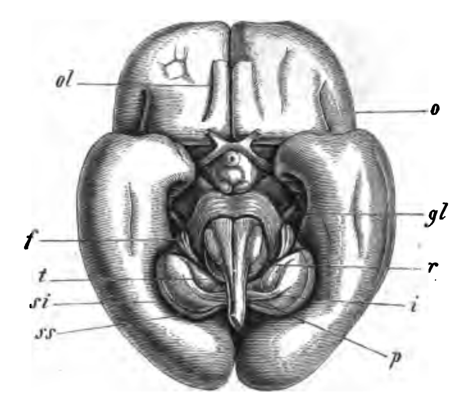


Fig. 165.

Von der *Medulla oblongata* oder dem Nachhirn ist eine der bemerkenswerthesten Erscheinungen ihre bedeutende Grösse in früheren Zeiten, die schon bei zweimonatlichen Embryonen auftritt (Fig. 150) und später noch auffallender wird, und zwar ist es nicht nur die Breite, sondern auch die Dicke, durch welche dieser Hirntheil sich auszeichnet.

Medulla oblongata.

In Betreff der einzelnen Theile der *Medulla oblongata* bemerke ich Folgendes.

Pons

Die Brücke tritt im 3. Monate als ganz schmale und dünne Querfaserung am vordersten Theile der *Medulla oblongata* auf, wird jedoch schon in diesem Monate und zwar gleichzeitig mit der Entwicklung der Lappen des *Cerebellum* deutlicher und grösser und mass bei einem

Fig. 164. Gehirn und *Medulla oblongata* eines Embryo von 5 Monaten. Breite des *Cerebellum* 28 mm. *ss Semilunaris superior; si Semilunaris inferior*, beide durch eine einfache Querwindung (*Lam. tranversales*) verbunden; *vs* hinterster Theil des *Vermis superior; p Pyramis* seitlich in den wenig entwickelten *Lobus inferior* auslaufend; *t* erste Andeutung der Tonsillen mit der *Uvula* in der Mitte; *m Velum medullare inferius* mit dem Nodulus in der Mitte.

Fig. 165. Gehirn eines menschlichen Embryo des 6 Monates in natürlicher Grösse. *ol Olfactorius; o* Klappdeckel; *gl Corpus geniculatum laterale; f Flocculus; t Tonsilla* mit der *Uvula* zwischen denselben; *i Lobus inferior; p Pyramis; si Semilunaris inferior; ss Semilunaris superior; r Corpus restiforme.*

Embryo, dessen *Cerebrum* 27 mm lang war, 4 mm in der Länge und sprang um 1,7 mm über das Niveau der *Medulla oblongata* vor. Von da an wächst dieser Hirntheil rasch und nimmt bald seine typische Gestalt an, nur dass das *Crus cerebelli ad pontem* natürlich anfangs mehr blos liegt als später. Charakteristisch für das fötale Gehirn ist auch der Uebergang eines Theiles des *Fasciculus lateralis* des *Corpus restiforme* auf und in die seitlichen Theile der Brücke medianwärts von der Flocke, und hat es oft den Anschein, als ob die betreffenden longitudinalen Fasern medianwärts in die Brückenfaserung sich umbögen. Dieses Bündel, das ich *Fasciculus connectens* heisse, kommt nach meiner Erfahrung auch sehr häufig bei Erwachsenen vor und hängt zum Theil mit den *Striae medullares*, zum Theil mit dem *Corpus restiforme* zusammen (s. Henle, Anatomie, Bd. III, S. 180).

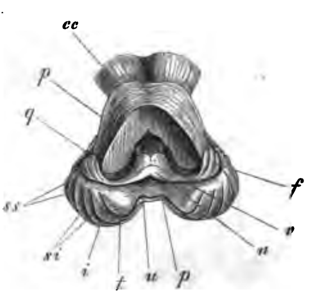


Fig. 166.

Olivae.

Von den Strängen des verlängerten Markes treten die Oliven im 3. Monate auf und früher, als die Pyramiden deutlich werden. Anfangs dicht neben einer seichten Medianfurche gelegen, werden dieselben im 6. Monate durch die zwischen denselben erscheinenden Pyramiden nach und nach zur Seite gedrängt und nehmen bald zusammen mit den letztgenannten Strängen ihre typische Stellung und Form an. An den Pyramiden liegt die Kreuzung ganz oberflächlich, und Pyramiden und Oliven sind von äusserst deutlichen oberflächlichen Querfasern bedeckt, die auch im Grunde der tiefer werdenden vorderen Furche erscheinen und oft hinten unmittelbar vor der Decussationsstelle wie einen queren Absatz bilden. Diese Querfasern sind oft an den vordersten Theilen der Pyramiden (*Propons*, *Ponticulus*, Arnold) und am hinteren Theile der Oliven (*Fibrae arcuatae posteriores*) stärker entwickelt.

Pyramides.

Corpus restiforme.

Das *Corpus restiforme* anlangend, so entwickeln sich dessen Stränge ebenfalls im 4. Monate. Am *Fasciculus gracilis* ist von Anfang an die starke Entwicklung der *Clava* auffallend, die im 5. Monate häufig ganz quer steht und fast unter rechtem Winkel in den zarten

Fig. 166. Untere Fläche des kleinen Gehirns eines menschlichen Embryo gegen das Ende des 6. Monates nach Wegnahme der *Medulla oblongata* und eines Theiles des *Pons p* zur Demonstration des *Nodulus n*, der *Vela medullaria inferiora v* und der Flocken *f*. *u Uvula*; *t* Tonsille; *p Pyramis*; *i Lobus inferior*; *si Semilunaris inferior*; *ss Semilunaris superior*, beide mit je zwei Windungen; *q Quadrangularis*; *cc Crus cerebri*.

Strang sich umbiegt, der lange durch eine auffallende Zartheit (geringe Breite) sich auszeichnet. Der Keilstrang verdient beim Fötus ganz eigentlich diesen Namen und beginnt spitz, und ohne weiter an der *Medulla oblongata* herunterzulaufen, in der Höhe des hinteren Endes der Olive neben dem obersten Theile des zarten Stranges *sensu strictiori*, wird dann aber im weitern Verlaufe gegen das *Cerebellum* und den *Pons* zu ebenso breit und noch breiter als der *Fasciculus lateralis*. Erst im 6. Monate verliert dieser Strang sein hinteres spitzes Ende und zieht sich neben dem *Gracilis* weiter herab. Von diesem Augenblicke an wird erst der *Fasciculus lateralis* deutlich, über dessen morphologische Entwicklung nichts weiter zu sagen ist.

§ 28.

Letzte Ausbildung des Cerebrum, Fornix, Corpus callosum, Windungen, Histologie, Hirnhäute.

Die Hemisphären des grossen Hirnes stehen beim Menschen und den Säugethieren während einer langen Zeit in keiner andern Verbindung unter einander, als vorn im Grunde der grossen Hirnspalte durch die schon früher beschriebene Schlussplatte oder Vereinigungsplatte (Fig. 157 *v*), welche die unmittelbare Fortsetzung der Deckplatte des 3. Ventrikels ist, jedoch von dem Augenblicke an als eine besondere Bildung erscheint, wo die genannte Deckplatte zum Epithel der *Tela chorioidea superior* sich ausbildet. Am oberen Ende dieser Schlussplatte dicht hinter dem *Foramen Monroi* beginnt auch die Einsenkung der *Pia* in die Höhle der Hemisphären, welche den *Plexus chorioideus lateralis* erzeugt. Denkt man sich nun diesen mit dem ihn überziehenden Epithel (einem Abkömmlinge der früher hier befindlichen Hemisphärenwand) weggenommen, so erhält jede Hemisphäre eine grosse quere Spalte, die sogenannte Querspalte des Hirns, und wenn dann auch die *Tela chorioidea superior* und die Fortsetzung ihrer bindegewebigen Lage in die des *Plexus lateralis* entfernt wird, so steht der 3. Ventrikel nicht nur am *Foramen Monroi*, sondern längs der ganzen oberen Fläche des Sehhügels mit dem Seitenventrikel in Verbindung (Fig. 167). Diese Spalte, die allerdings benannt zu werden verdient, da in dieser Gegend im ausgebildeten Gehirn keine Nervenmasse sich vorfindet, wird im embryonalen Hirn vorn begrenzt durch die Schlussplatte der Hemisphären (Fig. 167 *db*), unten vom Sehhügel und oben durch den unmittelbar über dem *Plexus chorioideus lateralis* gelegenen Theil der Hemisphäreninnenwand, der durch eine Furche (Bogenfurche,

Querspalte des Cerebrum.

ARNOLD, *Fissura hippocampi*, HUXLEY, Ammonsfurche, MIHALKOVICS) von den oberen Theilen dieser Wand geschieden ist und den sogenannten Randbogen von SCHMIDT (Fig. 167 *h'h''*) darstellt.

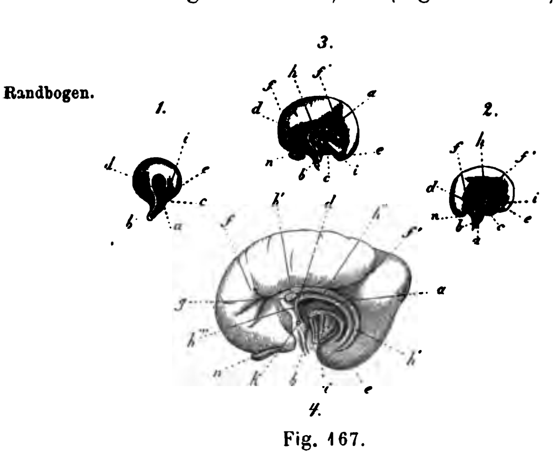


Fig. 167.

Randbogen.

Eine besondere Beachtung verdient unter diesen Theilen der Randbogen. Derselbe stellt wie eine zarte bogenförmige Windung dar und verläuft anfänglich wie der hintere Theil der Querfurche fast ganz gerade nach hinten, krümmt sich dann aber mit der Entwicklung des Unterlappens bogenförmig nach unten und zerfällt zugleich durch eine nach und nach von vorn nach hinten in ihm sich entwickelnde Längsfurche in 2 Bogen, einen unteren (*h''*), die Querspalte begrenzenden, und einen oberen (*h'*), von denen der erstere oder der untere Randbogen in die Schlussplatte der Hemisphären sich fortsetzt.

Fornix, Corpus callosum, Septum pellucidum.

Die im Vorigen besprochenen Theile nun, die Schlussplatte und der Randbogen, stehen in genauester Beziehung, zur Bildung des *Fornix* und hängen auch mit der Entwicklung des Balkens und des *Septum pellucidum* zusammen. Aus der Schlussplatte nämlich entsteht, indem dieselbe nach vorn zu sich verdickt und senkrecht aufsteigende Fasern entwickelt, die von beiden Seiten her aneinander sich legen, der vordere und mittlere Theil des Gewölbes, während aus dem unteren Randbogen die *Crura posteriora fornicis* am Ammonshorn sich entwickeln. Der Balken und das *Septum pellucidum* entstehen dadurch, dass vor der Schlussplatte und vor dem MONROI'schen Loche die medianen Wandungen der beiden Hemisphären in einer gewissen Ausdehnung verwachsen. Quere aus beiden Hemisphären hervortretende Fasermassen vereinen

Fig. 167. Vier halbschematische Ansichten der medialen Fläche der Hemisphäre zur Darstellung der Entwicklung derselben nach FR. SCHMIDT. 1) Von der 6. Woche; 2) von der 8. Woche; 3) von der 10. Woche; 4) von der 16. Woche. *a Fissura transversa cerebri; b Lamina terminalis; c* Schnittfläche zwischen Seh- und Streifenhügel; *d* Oberes Ende der Schlussplatte der Hemisphären; *e Lobus inferior; i Stria cornea; n Bulbus olfactorius; ff'* Längsfurche (SCHMIDT), deren hinterer Theil *f'* der *Sulcus parieto-occipitalis* ist; *h* Randbogen; *h'* äusserer Randbogen; *h'' h'''* innerer Randbogen (*Fornix* und *Septum pellucidum*); *g* Balken; *k Commissura anterior.*

sich zum Balken, während unterhalb desselben die Verwachsung nur in einer schmalen Zone eintritt, die vom vorderen Ende des Balkens bis zur *Lamina terminalis* oder dem Ende der Schlussplatte reicht. Das zwischen dieser Linie, die als dem *Rostrum* des späteren Balkens entsprechend schon jetzt so heissen kann, dem Balken und der Schlussplatte der Hemisphären gelegene dreieckige Feld ist das *Septum pellucidum*, welches beim Menschen für gewöhnlich nicht mit dem der andern Seite verwächst und somit eine Spalte einschliesst, den sogenannten *Ventriculus septi*, der dem Gesagten zufolge nichts als ein abgesackter Theil der früheren medialen Wand der Hemisphäre ist.

Indem der Balken, an dem sehr bald Knie und Wulst unterscheidbar werden, rückwärts sich ausdehnt, schiebt er sich gewissermassen immer mehr in den Randbogen ein, welchem Vorgange die Bildung der von SCHMIDT gesehenen Furche vorangeht, die bald, wie der Randbogen selbst, bis zur Spitze des Unterlappens (zum *Uncus*) sich erstreckt. Aus dem unteren Theile des Randbogens wird, wie wir schon wissen, der hintere Theil des *Fornix* von den Säulchen an, und erübrigt nur noch die Schicksale des oberen Randbogens zu erwähnen. Derselbe kommt, sobald der Balken vorgetreten ist, an die obere Seite desselben zu liegen und wandelt sich später in die *Stria alba Lancisi* und die *Stria obtecta* des Balkens und in die *Fascia dentata* des Ammonshornes um, welche letztere beim Menschen schon im 5. Monate deutlich wird.

Commissura anterior et mollis.

Die *Commissura anterior* entsteht wahrscheinlich ebenso wie die *Commissura mollis* durch eine Verwachsung von Fasern beider Hemisphären.

Lappen des Cerebrum.

Die Entwicklung der Oberfläche des grossen Gehirns anlangend, so stelle ich die Bemerkung voran, dass dasselbe beim Menschen gar keine gut geschiedenen Lappen enthält, mit Ausnahme der *Lobi olfactorii*. Es ist mithin einfach Convenienzsache, welche von den mehr weniger getrennten Theilen man als Lappen bezeichnen will. Die *Lobi olfactorii* entstehen durch Auswachsen der unteren Wand der Hemisphären und enthalten auch anfänglich jeder eine Höhle, welche eine Abzweigung des *Cornu anterius Ventriculi lateralis* ist. Später schwindet die Höhle, und wird beim Menschen der ganze Lappen zu dem unscheinbaren *Tractus* und *Bulbus olfactorius* sammt den Wurzeln des letzteren, während bei vielen Säugern der Riechlappen als ein mächtiges Gebilde sich erhält.

Lobus olfactorius.

Windungen.

Die Hirnwindungen anlangend, so lassen sich am embryonalen Gehirn zweierlei Windungen unterscheiden, erstens primitive, solche, die Faltungen der dünnen Wandungen der Hemisphären ihren Ursprung verdanken, und zweitens secundäre, die einfach durch Wucherungen

der Oberflächen der Hemisphären entstehen. Dem entsprechend kann man auch die Furchen als primitive und secundäre, oder, wie His vorschlägt, als »Total- und Rindenfurchen« bezeichnen.

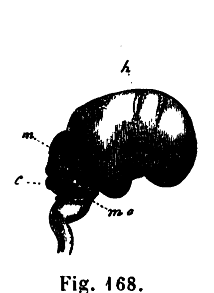


Fig. 168.

Fig. 169.

Primitive Furchen und Windungen.

Die primitiven Furchen und Windungen (Fig. 353 m. Entw.) entwickeln sich im 3. Monate, jedoch in verschiedener Mächtigkeit in verschiedenen Gehirnen, erreichen im 4. Monate ihre grösste Entwicklung und verschwinden im 5. Monate wieder, mit Ausnahme gewisser Züge, die noch besonders werden erwähnt werden, so dass im 6. Monate die äussere Hirnoberfläche wieder vollständig glatt ist. Alle diese Windungen beruhen auf Faltenbildungen der Hemisphärenblase, und entspricht jeder äusseren Furche eine innere Windung und umgekehrt, und was ihre Entstehung anlangt, so beruhen dieselben offenbar darauf, dass in einer gewissen Zeit die Hemisphären stärker in die Fläche wachsen als die Schädelkapsel. Eine besondere Stellung unter den primitiven Furchen und Windungen nehmen diejenigen ein, welche sich erhalten, die ich die *Gyri et Sulci primitivi permanentes* heisse. Zu denselben gehören:

Gyri et Sulci primitivi permanentes.

a) Die Bogenfurche oder Ammonsfurche (*Sulcus hippocampi*, Fig. 167 zwischen *h'*, *h'* und *h'' h''*), welche im Hirne des 3monatlichen Fötus von der Gegend des oben entstehenden Balkens zur Spitze des

Fig. 168. Gehirn eines 3monatlichen menschlichen Embryo von der Seite in natürlicher Grösse. *h* Hemisphäre des grossen Hirns, an der schon alle Lappen, zwei primitive Furchen und breit und kurz auch die *Fossa Sylvii* deutlich ist. *m* Mittelhirn; *c Cerebellum*; *mo* Rest der *Membrana obturatoria ventriculi IV*, die als bogenförmige Leiste vom kleinen Hirn auf die *Medulla oblongata* übergeht.

Fig. 169. Gehirn eines 6monatlichen menschlichen Embryo in natürlicher Grösse. *ol Bulbus olfactorius*; *fs Fossa Sylvii*; *c Cerebellum*; *p Pons Varoli*; *f Flocculus*; *o Oliva*.

Unterlappens reicht und inwendig die Wölbung des Ammonshornes bedingt;

b) der *Sulcus parieto-occipitalis* oder die senkrechte Hinterhauptsfurche (Fig. 167 *f'*);

Fissura parieto-occipitalis.

c) der *Sulcus calcarinus*, der die Wölbung der Vogelsklaue im Hinterhirn erzeugt.

Sulcus calcarinus.

d) In gewisser Hinsicht lässt sich auch die Sylvi'sche Furche zu den bleibenden primitiven Furchen zählen, doch entspricht derselben innen, wie wir schon sahen, keine einfache Falte, sondern eine Wucherung (Fig. 169 *fs*).

Fissura Sylvii.

e) Zu diesen Windungen kann man auch mit Mihalkovics die seitliche Adergeflechtsfalte zählen, deren Epithel, wie wir sahen, aus einem Theile der medialen Hemisphärenwand hervorgeht, und zeigt diese Einstülpung deutlich, welchen Einfluss Wucherungen der Hirnhäute auf die Bildung primitiver Falten haben können.

Seitliche Adergeflechtsfurche.

Die secundären Windungen oder die Wülste der Oberfläche des Gehirns oder die Rindenwülste sammt den entsprechenden *Sulci* treten nicht vor Ende des 5. oder dem 6. Monate auf und beruhen auf partiellen Vorwölbungen der oberflächlichen Hemisphärenlagen, an denen graue und weisse Substanz gleichmässig sich betheiligt. Die genaueren Vorgänge bei diesen Oberflächenwölbungen sind unbekannt, jedoch ist es am wahrscheinlichsten, dass dieselben nicht von äusseren Momenten abhängen, sondern besonderen Eigenthümlichkeiten der inneren Entwicklung und des Wachsthums des Organes ihren Ursprung verdanken.

Secundäre Windungen.

Die Lehre von der Entwickelung der secundären Hirnwindungen im Einzelnen zu behandeln, liegt nicht im Plane dieses Werkes, und verweise ich für Weiteres auf die monographischen Arbeiten über diesen Gegenstand von Reichert, Bischoff, Pansch, Mihalkovics, A. Ecker und auch auf meine Entwicklungsgeschichte 2. Aufl.

Bei Neugeborenen ist das Cerebrum, was seine Windungen anlangt, soviel ich finde, so ausgebildet, dass es auch bei sorgfältiger Vergleichung schwer hält zu sagen, ob dasselbe hinter dem des Erwachsenen zurücksteht oder nicht, vor Allem, wenn man erwägt, wie viele Schwankungen bei diesem sich finden. Auf jeden Fall aber genügt die geringe Zahl der vorliegenden Beobachtungen und genauen Abbildungen noch nicht, um ganz bestimmte Schlüsse zu erlauben, und gebe ich es daher nur als den Ausdruck meiner bisherigen Erfahrungen, wenn ich sage, dass beim Neugeborenen alle Hauptwindungen und auch viele Nebenwindungen angelegt sind, und dass auf jeden Fall bei Erwachsenen Gehirne vorkommen, die nicht reicher an Windungen sind.

Hirn des Neugeborenen.

Histologische Entwicklung des Gehirns.

Ueber die histologische Entwicklung des Gehirns bemerke ich Folgendes:

Die Medullarplatte der Hirnblasen besteht anfänglich aus mehreren Lagen gleichmässig verlängerter Zellen, welche bald, wie die des Markes, entschieden zu Spindelzellen sich gestalten, während zugleich die Medullarplatte sich verdickt und nun mehr einem geschichteten Epithel ähnlich wird. Dann beginnt — beim Kaninchen am 11. Tage — zuerst an der vorderen Seite des Hinterhirns die Bildung der weissen Substanz in Gestalt einer Auflagerung von feinsten kernlosen Fasern auf die äussere Oberfläche der Medullarplatte und zugleich sondert sich dieselbe in zwei Lagen, eine innere, dem 4. Ventrikel zugewendete, die ihren ursprünglichen epithelialen Charakter beibehält, und eine äussere mit mehr rundlichen Elementen, in der die ersten Anlagen der grauen Substanz nicht zu verkennen sind. Gleichzeitig mit dem Hinterhirn oder auf jeden Fall nur wenig später entwickelt auch die Gegend der spätern Hirnstiele oberflächlich weisse Substanz, von wo aus dieselbe rasch auf das Zwischenhirn übergeht und hier auch in das Innere eindringt. Bei Kaninchen von 16 Tagen ist schon eine mächtige Hirnstielfaserung vorhanden, welche dann von hier aus nach und nach in die Streifenhügel hineinwächst und am 18.—20. Tage auch in die Seitenwand der Hemisphären sich verlängert und das Dach derselben erreicht. Scheinbar in der Fortsetzung dieser Fasern tritt dann beim Kaninchen nach dem 20. Tage auch die Balkenfaserung auf, die bis zum 23. Tage sich gut ausbildet, mit welcher Bemerkung ich jedoch nicht gemeint bin zu behaupten, dass diese Faserung keine selbständige sei.

Gleichzeitig mit dem Hineinwachsen der Fasern des Hirnschenkelfusses in den Thalamus und das *Corpus striatum* tritt dann aber auch die Faserung des Tegmentum auf, die ebenfalls zuerst am Hinterhirn deutlich wird und von hier nach oben sich fortbildet, und auch gewisse Nervenwurzeln zeigen sich sehr früh im Innern des Hirnes, unter denen ich vor Allen die Fasern des *Tractus opticus* und den *Facialis* erwähne, dessen Wurzel in ihrem queren Verlaufe durch die *Medulla oblongata* und mit ihrer rechtwinkligen Umbeugung am Boden der Rautengrube beim Kaninchen schon am 16. Tage ganz ausgebildet sich vorfindet.

Die Entwicklung der grauen Substanz zeigt sich am frühesten an der vorderen Seite des Hinterhirns, woselbst an den Ursprüngen des *Trigeminus* und *Vagus* schon bald grosse Kerne runder Zellen, zum Theil in ganz anderer Lage als später, nachzuweisen sind. Von hier aus geht die Bildung der grauen Substanz auf die Basis des Mittelhirns über, dann auf den Thalamus und das *Corpus striatum* und erreicht zuletzt die seitlichen und oberen Theile aller Hirnblasen, wo sie bekanntlich

an gewissen Orten (Decke des *Ventriculus IV*, *III*, Querspalte der Hemisphären) selbst ganz ausbleibt. An den seitlichen und oberen Wänden der Hemisphären des grossen Hirns ist das erste eine Sonderung in zwei Lagen, eine oberflächlichere dünnere von Rundzellen und eine innere dickere von epithelialen Elementen. Dann schiebt sich, während die erste Lage sich verdickt, die Hirnstielfaserung nach und nach zwischen beide Lagen ein, und zuletzt erscheint auch noch eine oberflächliche Lage weisser Substanz auf der grauen Rinde. Am 20. Tage finden sich so beim Kaninchen vier Schichten in der Wand der Hemisphäre: 1) eine äussere weisse Lage, 2) eine graue Schicht, 3) weisse Substanz, Fortsetzung der Hirnstielfaserung, endlich 4) eine innerste epithelartige Schicht, die von allen die grösste Dicke besitzt.

Der späteren histologischen Entwicklung des Gehirns und der nervösen Centralorgane gedenke ich hier nur insofern, als ich auf die neuen interessanten Angaben von Flechsig hinweise, denen zufolge das Auftreten der Markscheiden an den ursprünglich marklos sich anlegenden Nervenfasern ganz bestimmten Gesetzen folgt, in der Art, dass bestimmte zusammengehörige Fasersysteme auch zusammen (wenn auch nicht an allen Stellen gleichzeitig) weiss und markhaltig werden. Flechsig vermuthet, dass das erste Auftreten der Nervenfasern im centralen Nervensysteme der Zeit nach und nach der Richtung ihres Hervorwachsens und das Markhaltigwerden derselben sich entsprechen, in der Art, dass Fasergruppen, die zusammen entstehen und in einer bestimmten Richtung wachsen, auch zusammen weiss werden und das Mark in derselben Richtung nach und nach anbilden, eine Annahme, die zwar unbedingt Manches für sich hat, aber doch nach verschiedenen Seiten hin noch weiterer Prüfung und Ergänzung bedarf.

Hirnhäute.

Die Hirnhäute, zu deren Besprechung ich am Schlusse noch übergehe, entstehen alle aus dem mittleren Keimblatte, d. h. aus dem Theile des Mesoderma, der die Schädelkapsel selbst erzeugt, und sind anfänglich von derselben nicht geschieden. Noch vor der Entstehung des knorpeligen Primordialschädels jedoch bildet sich die innerste Lage der häutigen Schädelkapsel in eine weiche einfache oder gallertige Bindesubstanz um, in der zahlreiche Gefässe sich entwickeln, und stellt die erste Anlage der Gefässhaut des Gehirnes dar. So wie die Verknorpelung eintritt, gesellt sich zu dieser Schicht noch eine äussere, mehr faserige und festere Lage, welche die nicht getrennte Knorpelhaut und harte Hirnhaut darstellt, jedoch von der Anlage der *Pia* anfänglich eben so wenig scharf gesondert erscheint, wie die ursprüngliche häutige Schädelkapsel. Erst später und vor Allem von der Zeit der Verknöcherung an grenzen sich die beiden Häute immer besser von einander ab,

so dass vom 3. Monate an eine Unterscheidung derselben keine Schwierigkeit mehr macht. Die *Arachnoidea* ist als eine Abzweigung der *Pia* aufzufassen und wird erst in den letzten Monaten des embryonalen Lebens deutlicher.

So wie das ursprüngliche einfache Hirnrohr die ersten Umbildungen erleidet und die Hirnblasen und die Hirnkrümmungen auftreten, folgt die innere Oberfläche der Schädelkapsel oder die Anlage der *Pia mater* derselben und entstehen die sogenannten Hirnhautfortsätze, von denen drei, der vordere und hintere Schädelbalken und die Sichel, schon früher beschrieben wurden und zwei andere, die Anlage des *Tentorium* und die hintere Adergeflechtsfalte, wenn auch nicht geschildert, doch durch die Fig. 151 *t*, *pl* versinnlicht wurden. Wie diese primitiven Fortsätze nach und nach in die bleibenden übergehen, kann ohne tiefer einzugehen im Einzelnen nicht dargelegt werden, und verweise ich in dieser Hinsicht auf meine Entwicklungsgeschichte.

Hirnhautfortsätze.

Die genannten Umbildungen machen sich im 4. Monate, und sind am Ende dieses Monates Sichel, *Tentorium* und *Pia* ganz ausgebildet.

Adergeflechte. Aderhäute.

Von den *Plexus chorioidei* und den *Telae chorioideae* war in den früheren Schilderungen schon so oft die Rede, dass ich hier nur noch einmal hervorheben will, dass das Epithel aller dieser Theile auf die embryonale Medullarplatte zurückzuführen ist und mit den entschieden nervösen angrenzenden Theilen, d. h. dem Ependym derselben, unmittelbar zusammenhängt. Diesem zufolge ist beim Embryo keine Hirnhöhle jemals offen oder gespalten, und müsste, wenn solche Oeffnungen beim Erwachsenen am 4. Ventrikel wirklich als normale Bildungen vorkämen, wie Manche behaupten, dies als eine secundär auftretende Erscheinung angesehen werden.

Gefässe des Gehirns.

Mit Hinsicht auf die Gefässe der Hirnsubstanz lässt sich wie beim Rückenmark leicht wahrnehmen, dass dieselben anfangs nicht da sind und von aussen hineinwachsen. Mit denselben gelangen wohl auch, wie dies beim Rückenmark nicht zu bezweifeln ist, Bindesubstanzzellen in die Hirnsubstanz, doch lässt sich vom Gehirn nicht wie beim Rückenmark die Behauptung aufstellen, dass alle Zellen der weissen Substanz eingewanderte sind, indem allem Anscheine nach bei der Entwicklung der Markmasse der Hemisphären ein guter Theil der Zellen der primitiven Hemisphärenwand zwischen die einwachsenden Hirnstielfasern zu liegen kommt.

§ 29.

Rückenmark.

Erste Anlage des Markes.

Das Rückenmark als Ganzes aufgefasst folgt im Allgemeinen denselben Gesetzen der Entwicklung wie der ganze Körper. Bei der ersten Anlage des Leibes des Hühnchens und der Säugethiere wird zuerst das Gehirn und dann der vorderste Theil des Markes angelegt (Figg. 22, 23, 76), worauf dann nach und nach von vorn nach hinten immer neue Abschnitte des letzteren aus der sich differenzirenden Axenplatte sich hervorbilden (Figg. 34, 77), zuerst in Form einer rinnenförmig vertieften Medullarplatte auftreten und dann zu einem Rohre sich schliessen. Bald ist nun beim Hühnchen nahezu das ganze Mark in der Anlage vorhanden (Fig. 35) und bei Embryonen mit mehr als 13 Urwirbeln auch die Rückenfurche ganz geschlossen, von welchem Zeitpunkte an das Mark als geschlossenes Rohr an seinem hintersten Ende sich fortbildet, eine beachtenswerthe Thatsache, welche lehrt, dass das Medullarrohr nicht nothwendig in erster Linie als Furche auftritt. Es erscheint nämlich dieses Wachsthum des ganz geschlossenen Medullarrohres zu einer Zeit, wo noch lange nicht alle Urwirbel gebildet sind, und ist hervorzuheben, dass das Ende des Medullarrohres in dieser Periode ebenso mit dem Ectoderma, den Urwirbeln und der Chorda zu Einer Masse, dem Axenwulste, verschmilzt, wie dies früher mit der rinnenförmigen Medullarplatte der Fall ist (S. 40).

So wie alle Urwirbel angelegt sind, hat auch die erste Anlage des Medullarrohres das Ende ihres Wachsthums erreicht und ist dasselbe in diesem Stadium beim Hühnchen so lang als die Wirbelsäule.

Mark des Menschen.

Beim Menschen reicht das Medullarrohr, wie Ecker zuerst gezeigt hat, anfänglich ebenfalls bis zum Ende der Schwanzwirbelsäule (Icon. phys. 2. Aufl. Taf. XXXI, Fig. VII, VIII), und durch E. Rosenberg haben wir das Genauere über dieses Ende erfahren, welches ganz hinten erheblich verschmälert ist, an das Ectoderma der Schwanzspitze angrenzt und die Schwanzwirbelsäule noch überragt. In weiterer Entwicklung wächst nun das Mark anfänglich noch eine Zeit lang gleichmässig mit der Wirbelsäule fort, wie sich bei ein-, zwei und dreimonatlichen Embryonen leicht nachweisen lässt (Fig. 170). Vom 4. Monate an tritt dann aber eine raschere Entwicklung der Wirbelsäule ein, in Folge welcher das Mark nach und nach seine Stellung zu den untern Wirbeln ändert und scheinbar heraufrückt (*Ascensus medullae spinalis*). Es reicht übrigens das Mark im 6. Monate noch bis an den Sacralkanal und selbst am Ende des Embryonallebens steht seine Spitze immer noch

im dritten Lendenwirbel, woraus zu ersehen ist, dass die bleibenden Verhältnisse erst nach der Geburt ganz sich ausbilden.

Während so das Mark, wenn auch in der Längsrichtung wachsend, doch mit der Wirbelsäule nicht gleichen Schritt hält, zeigen die untern Nervenwurzeln ein abweichendes Verhalten. Anfänglich ebenso wie die Hals- und Rückennerven unter rechten Winkeln vom Marke abgehend, beginnen dieselben mit dem scheinbaren Höhersteigen desselben sich zu verlängern, nehmen eine immer schiefere Richtung an und bilden endlich die *cauda equina*. Die *Dura* und *Arachnoidea* betheiligen sich ebenfalls an diesem Wachsthume und auch die *Pia* bleibt nicht zurück und liefert das *Filum terminale*. Letzteres anlangend ist übrigens zu bemerken, dass dasselbe beim Menschen theilweise und bei den Thieren, bei denen es in seiner ganzen Länge eine Verlängerung des *Canalis centralis* enthält, wohl ganz und gar als eine Fortsetzung des Rückenmarkes zu betrachten ist, und dass somit die vorhin gemachte Angabe, dass das Mark vom 4. Monate an in seinem Wachsthume mit der Wirbelsäule nicht mehr Schritt halte, dahin näher zu bestimmen ist, dass dasselbe von dieser Zeit an mit dem Theile, der die Rückenmarksnerven abgiebt, allerdings zurückbleibt, dagegen aus seinem untersten Ende eine rudimentäre Bildung entwickelt, die gleichmässig mit der Wirbelsäule sich verlängert.



Fig. 170.

Die beiden Anschwellungen des Rückenmarks sind schon im 2. Monate beim Menschen angedeutet und vom 3. Monate an sehr bestimmt ausgeprägt (Fig. 170).

Ich wende mich nun zu den inneren Veränderungen des Markes des Menschen.

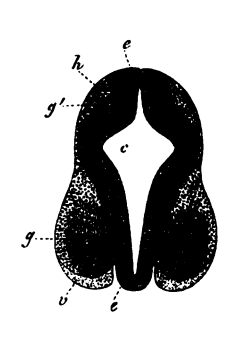
Innere Umbildungen im Marke des Menschen in früher Zeit.

Den frühesten von mir beobachteten Zustand zeigt die Fig. 171. Bei diesem 4 Wochen alten Embryo betrugen die Durchmesser des Markes in der Halsgegend in der Richtung von vorn nach hinten 0,92 bis 0,96 mm und in der Querrichtung am breitesten Theile 0,52—0,55 mm. Der Centralkanal war beiläufig rautenförmig und seine epithelartige Auskleidung mit länglichen geschichteten Zellen 88—96 μ dick. Vorn und hinten erreichte dieselbe die Oberfläche, und fehlte an ersterem Orte

Fig. 170. Dreimonatlicher menschlicher Embryo in natürlicher Grösse mit blosgelegtem Gehirne und Marke. *h* Hemisphären des grossen Hirns; *m* Mittelhirn; *c* kleines Hirn. An der *Medulla oblongata* sieht man einen Rest der *Membrana obturatoria ventriculi quarti*.

ein bestimmtes Anzeichen einer vorderen Commissur. Die graue Substanz, aus rundlichen kleinen Zellen bestehend, bildete hinten und seitlich eine sehr dünne Lage *g'*, war dagegen vorn schon in ansehnlicher Mächtigkeit vorhanden und zeigte hier auch wie eine rundliche, etwas dunklere Masse *g*, aus der die in der Abbildung nicht dargestellte vordere Wurzel entsprang. Von einer hintern Wurzel war nichts zu sehen, dagegen fanden sich die Spinalganglien schon angelegt und ebenso die Vorder- und Hinterstränge *h* und *v*, die beide aus einer kern- und zellenlosen hellen Masse bestanden, die auf dem Querschnitte nichts als feine Punkte zeigte. Beide Stränge lagen seitlich und waren übrigens noch sehr wenig entwickelt.

Etwas weiter war das Mark bei einem 6 Wochen alten Embryo (Fig. 172), bei dem dasselbe als Ganzes im Querschnitte ebenfalls birnförmig erschien. Der Centralkanal zeigte ziemlich dieselbe Form, wie bei jüngeren Embryonen, erschien jedoch im Verhältnisse zur übrigen Markmasse unverhältnissmässig gross. Sein Epithel bestand im Allgemeinen



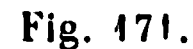


Fig. 171.

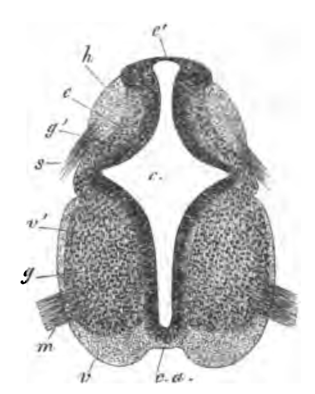


Fig. 172.

Fig. 171. Querschnitt des Halstheils des Rückenmarks eines vier Wochen alten menschlichen Embryo. 36 mal vergr. *c* Centralkanal; *e* epithelartige Auskleidung desselben; *g* vordere graue Substanz mit einem dunkleren Kerne, aus dem die vordere nicht dargestellte Wurzel entspringt; *g'* hintere graue Substanz; *v* Vorderstrang; *h* Hinterstrang.

Fig. 172. Querschnitt des Halsmarkes eines 6 Wochen alten menschlichen Embryo von 1,42 mm Höhe und 0,99 mm Breite am breitesten Theile, 50 mal vergrössert. *c* Centralkanal; *c* epithelartige Auskleidung desselben; *g* vordere graue Substanz mit einem dunkleren Kerne, aus dem die vordere Wurzel entspringt; *g'* hintere graue Substanz; *v* Vorderstrang; *h* Hinterstrang; *ca Commissura anterior;* *m* vordere, *s* hintere Wurzel; *v'* hinterer Theil des Vorderstranges (sogen. Seitenstrang); *e'* dünner Theil der Auskleidung des Centralkanales in der hinteren Mittellinie.

aus mehrfachen Lagen senkrechter schmaler Zellen und war überall von gleicher Dicke mit Ausnahme der hinteren Mittellinie, wo dasselbe genau in der Mitte äusserst dünn war, während die benachbarten Theile kolbige Anschwellungen zeigten. Hier lag auch, wie bei dem eben erwähnten jungen menschlichen Embryo, der Markkanal mit seinem Epithel frei zu Tage, sonst war derselbe überall theils wie seitlich von der grauen Substanz, theils wie in der vorderen Mittellinie von der vorderen Commissur bedeckt. Die graue Substanz bestand überall aus kleinen kernhaltigen Zellen, vielleicht mit etwas Zwischensubstanz, und war vorn mächtig, hinten dagegen immer noch sehr wenig entwickelt. Die weissen Stränge erschienen als 2 schwächere Hinterstränge seitlich am hinteren Theile des Markes, aus denen nach vorn die hinteren Wurzeln hervortraten, und als 2 stärkere Vorderstränge. Am entwickeltesten waren diese zu beiden Seiten der vorderen Commissur, bis zur Austrittsstelle der vorderen Wurzeln, wo dieselben auch leicht vortretend schon einen seichten und breiten *Sulcus anterior* begrenzten. Hinter den vorderen Wurzeln schien auf den ersten Blick die weisse Substanz ganz zu fehlen, eine Untersuchung mit starker Vergrösserung ergab jedoch, dass auch hier bis etwas vor der Stelle, wo der Spinalkanal seine grösste Breite besitzt, ein ganz dünner Rindenbeleg vorhanden war. Die gesammte weisse Substanz mit Inbegriff der *Commissura anterior* war übrigens wie früher durchscheinend, ja fast glashell, auf dem Querschnitte fein punktirt, in Längsansichten streifig und ohne Spur von Zellen und Kernen.

Gestützt auf diese Erfahrungen beim Menschen, mit denen Beobachtungen beim Hühnchen und Säugern übereinstimmen, spreche ich mich dahin aus, dass die erste Anlage des Markes nur die des sogen. Epithels und der grauen Substanz in sich schliesst, und dass die weissen Stränge und die Commissur erst in zweiter Linie als eine äussere Belegmasse erscheinen. Dies geschieht wahrscheinlich so, dass die Nervenfasern ursprünglich als zarte kernlose Ausläufer der inneren Zellen des Markes auftreten. Mit Bezug auf die Zahl der Stränge kann nicht bezweifelt werden, dass eigentlich nur zwei Paare solcher vorhanden sind, und dass die Seitenstränge aus Theilen dieser sich entwickeln.

Es ergeben sich mithin in Bezug auf die erste Bildung des Markes folgende Sätze:

1) Das Mark besteht nach der Schliessung der Rückenfurche aus einem Kanale, dessen Wandung von ganz gleichartigen radiär gestellten Zellen gebildet wird.

2) In zweiter Linie bildet sich in dieser Wand eine Scheidung in zwei Lagen, von denen die äussere zur grauen Substanz sich ge-

staltet, während die innere als Auskleidung des Centralkanales erscheint.

3) Die weisse Substanz erscheint später als die graue Substanz und ist eine äussere Belegung derselben, die unzweifelhaft in erster Linie von den Zellen der grauen Substanz geliefert wird. Die Zahl der Stränge ist vier, zu denen noch eine weisse Commissur kommt, und treten die ersteren von Anfang an paarig auf.

Spätere Ausbildung des menschlichen Markes.

Die weitere Entwicklung des Markes des Menschen anlangend, so zeigen die Figg. 173 und 174 Querschnitte des Markes von einem 8 Wochen und einem 9—10 Wochen alten menschlichen Embryo, und stellt sich bei Vergleichung dieser Figuren mit Fig. 172 leicht heraus, dass das Wachsthumsgesetz des Markes im Allgemeinen das ist, dass, während der Centralkanal nach und nach verkümmert, die graue Substanz

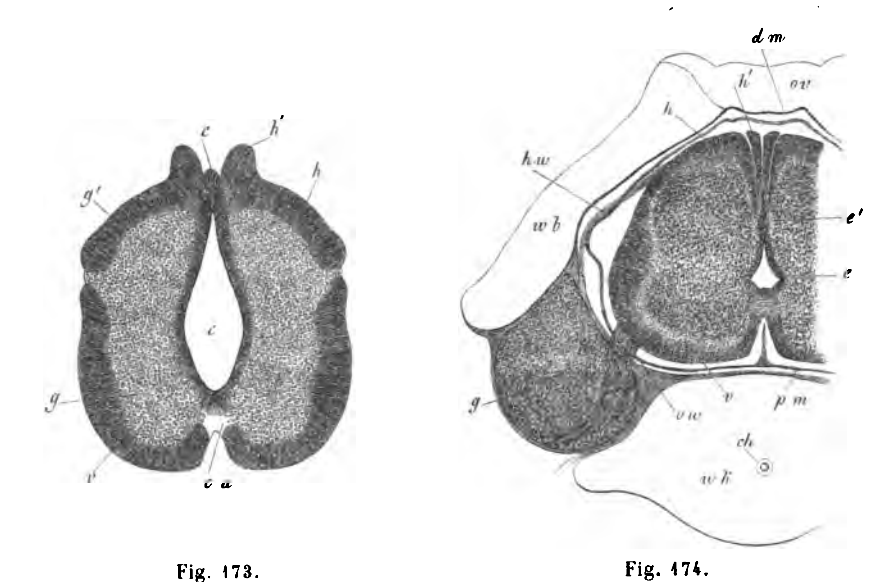


Fig. 173. Fig. 174.

Fig. 173. Querschnitt des Rückenmarks eines menschlichen Embryo von 8 Wochen von 1,3 mm Höhe und 1,5 mm Breite, 50mal vergr. Bezeichnung wie in Fig. 172. *h'* hervorragende Theile der Hinterstränge, die später als besondere Keilstränge erscheinen; zwischen ihnen bei *c* Epithel des Centralkanals.

Fig. 174. Querschnitt durch einen Halswirbel und das Mark eines 9—10 Wochen alten menschlichen Embryo, 35mal vergrössert. Höhe des Markes 1,5 mm, Breite 2,0—2,25 mm; *e* Epithel des Centralkanals; *e'* in Obliteration begriffener hinterer Theil desselben; *v* Vorderstrang; *h* Hinterstrang; *h'* Keilstrang desselben; *vw* vordere Wurzel; *hw* hintere Wurzel; *g Ganglion spinale; pm Pia mater*; *dm Dura mater*, der Wirbelanlage noch dicht anliegend; *wk* Wirbelkörper; *ch* Chordarest; *wb* Wirbelbogen knorpelig; *ov* Rest der *Membrana reuniens superior*.

sowohl, als und vor Allem der weisse Beleg an Masse zunehmen. Einzelnes anlangend, so zeigt erstens der Centralkanal eine von hinten nach vorn fortschreitende Atrophie, die allem Anscheine nach vor Allem durch die mächtige Entwicklung der Hinterstränge bewirkt wird. So geschieht es, dass derselbe von der Oberfläche ins Innere sich zurückzieht und endlich nur noch einen relativ kleinen Raum im Centrum des Markes einnimmt.

Von der Entwicklung der Stränge lehren die gegebenen Figuren, dass dieselben beim weiteren Wachsthume des Markes immer mehr sich verdicken und verbreitern, so dass beim Embryo von neun bis zehn Wochen (Fig. 174) die Vorder- und Hinterstränge zur Vereinigung gelangen, und die graue Substanz rings von der weissen Masse umgeben ist. Zugleich treten auch die Vorderstränge vorn neben der Mittellinie stark vor und wird die *Fissura anterior* deutlich, während an der entgegengesetzten Seite die Hinterstränge unter Verdrängung des Centralkanales bis zur Berührung aneinander rücken, wobei zugleich ein besonderer Keilstrang (der spätere Goll'sche Strang) von ihnen sich abzweigt.

Die graue Substanz bietet in morphologischer Beziehung nicht viel Besonderes dar. Dieselbe wächst gleichzeitig mit den weissen Strängen, wenn auch anfänglich langsamer als diese, und zeigt schon im 3. Monate Andeutungen der Hörner, die dadurch zu Stande kommen, dass stellenweise die graue, an andern Orten die weisse Substanz mehr wächst.

Die Häute des Rückenmarks entstehen wie die des Gehirns aus dem Mesoderma und zwar aus den angrenzenden Theilen der Urwirbel.

Ueber die Entwicklung des Markes des Hühnchens und des Kaninchens vergleiche man meine Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl.

§ 30.

Peripherisches Nervensystem.

Das peripherische Nervensystem ist, wie neuere Untersuchungen lehren, höchst wahrscheinlich in allen seinen Theilen ein Abkömmling der Centralorgane, und wachsen sowohl die cerebrospinalen Nerven als auch der *Sympathicus* aus dem Gehirn und Rückenmark hervor.

Motorische Nerven.

Am längsten bekannt und am leichtesten nachzuweisen ist die Abstammung der motorischen Nerven. Diese Nerven, d. h. die motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven und die motorischen Hirnnerven,

kommen niemals als selbstständige Gebilde zur Beobachtung, sondern stehen von ihrem ersten Erscheinen an mit den Centralorganen in Verbindung. Ferner zeigen dieselben bei ihrem ersten Auftreten keine Spur von zelligen Elementen, sondern bestehen einzig und allein aus feinsten und kernlosen Fäserchen, die später zu den Axencylindern ihrer Fasern sich gestalten.

Aus diesen Thatsachen folgt unzweifelhaft, dass diese Nerven aus dem centralen Nervensysteme hervorsprossen, und erscheint, in Anbetracht der bekannten Ursprungsverhältnisse der Nervenfasern, die Annahme berechtigt, dass die Fasern der primitiven motorischen Nerven nichts als Ausläufer gewisser Fortsätze der centralen Nervenzellen sind.

Sensible Nerven. Cerebrospinale Ganglien.

Von den sensiblen Fasern und Nerven war bis auf die neueste Zeit die Herkunft unbekannt; doch glaubte man eine Zeit lang mit Remak die Ganglien derselben als selbstständige Erzeugnisse des mittleren Keimblattes und zwar der Urwirbel ansehen zu dürfen. Nun ist aber durch Balfour und A. M. Marschall der von mir bestätigte Beweis erbracht worden, dass diese Ganglien aus dem Rückenmark und Gehirn hervorwachsen, und lässt sich somit, da auch die sensiblen Nerven anfänglich einzig und allein aus kernlosen Fäserchen bestehen, auch für diese Abtheilung der Nerven die Annahme begründen, dass dieselben Erzeugnisse des Medullarrohres sind.

Zur Versinnlichung dieser Verhältnisse mögen die Figg. 175 und 176

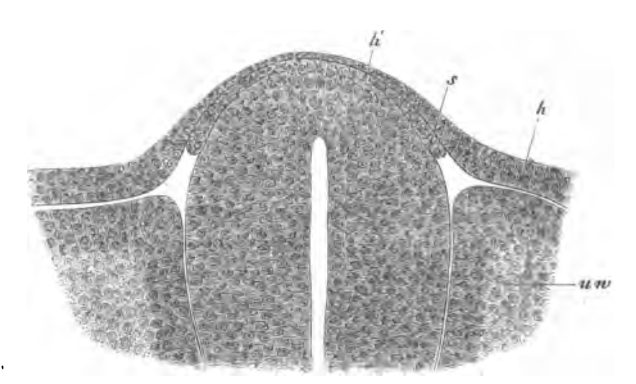


Fig. 175.

dienen, welche zeigen, dass es die dorsale Fläche des Medullarrohres ist, von welcher die Bildung der sensiblen Nerven und ihrer Ganglien aus-

Fig. 175. Querschnitt durch das Mark und die angrenzenden Theile eines Hühnerembryo vom Ende des zweiten Tages. Vergr. 255mal. *uw* Urwirbel; *h* Hornblatt; *h'* verdünntes Hornblatt über dem Marke; *s* Anlage der sensiblen Wurzel.

geht; und zwar entsteht in erster Linie ein zusammenhängender zelliger Auswuchs, welcher nichts anderes ist als die Anlage je zweier Ganglien. Später sondert sich dieses Gebilde in zwei Hälften, welche mehr zur Seite und beim Gehirn selbst an die ventrale Fläche rücken, während zugleich jede Hälfte wie einen faserigen Stiel, die Anlage der Wurzel enthält. Aus dem Ganglion wächst dann der sensible Nerv in derselben Weise hervor wie der motorische Nerv aus dem Marke.

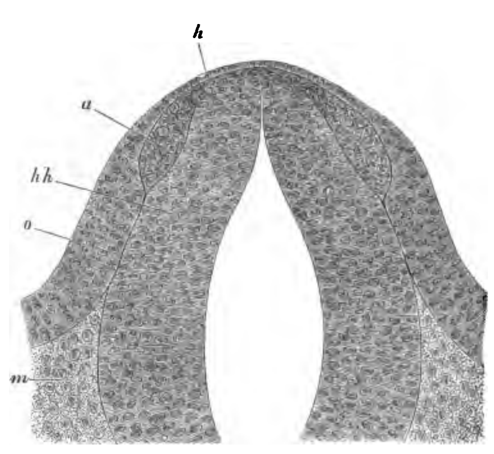


Fig. 176.

Wenn dem Angegebenen zufolge die Ganglien der Spinal- und Kopfnerven aus dem centralen Nervensysteme hervorwuchern und somit ebenso gut wie die Netzhaut und der *Bulbus olfactorius* unmittelbare Abkömmlinge des Medullarrohres sind, so liegt es nahe anzunehmen, dass überhaupt alle Ganglien, auch die des *Sympathicus*, diesen Ursprung nehmen. Die Thatsachen sind nun allerdings noch nicht soweit, dass dieser Satz als vollkommen erwiesen sich ansehen liesse, immerhin sprechen eine Anzahl Wahrnehmungen von mir und Andern (Schenk's Mittheilungen H. 3) so laut, dass wir allen Grund haben, für einmal an dieser Annahme festzuhalten. Demzufolge hätte man sich zu denken, dass die sympathischen Ganglien aus den Spinal- und gewissen Hörnervenganglien und alle kleineren solchen Organe aus den grösseren hervorwachsen und dann nach und nach durch zwischen ihnen auftretende Commissuren sich sondern.

Erstes Auftreten der peripheren Nerven.

In Betreff der Zeit des Auftretens der peripherischen Nerven bemerke ich Folgendes: Beim Hühnchen treten die ersten Spuren der Spinalganglien am Ende des 2. Brüttages auf und beim Kaninchen am 9. Tage. Um dieselbe Zeit erscheinen auch die Ganglien der Hirnnerven, dagegen scheinen die motorischen Nerven etwas später aufzutreten als die sensiblen und sicher erscheint der *Sympathicus* um ein Geraumes später als die cerebrospinalen Ganglien.

Fig. 176. Querschnitt durch das Hinterhirn und die angrenzenden Theile eines Hühnerembryo von 44 Stunden in der Gegend der Gehörblase. Vergr. 222mal. *o* Offene Gehörblase; *h* Ectoderma über dem Hinterhirn; *hh* Hinterhirn; *a* Anlage des gangliösen *Nervus acusticus*.

Sympathicus des Menschen.

Beim Menschen sah ich den Grenzstrang des *Sympathicus* bestimmt bei 17—19 mm langen Embryonen, doch wird derselbe erst am Ende des zweiten und im dritten Monate deutlicher. Die Ganglien desselben liegen von Anfang an dicht an den knorpeligen Wirbelkörpern. Anfänglich ohne Zwischenstränge, eines dicht am andern gelegen, entwickeln sich nachher solche Fäden zwischen ihnen, doch geht es hiermit sehr langsam vorwärts, wie nebenstehende Fig. 177 zeigt, die den Grenzstrang eines Embryo aus dem 4. Monate darstellt, in welchem die Brustganglien noch gar nicht geschieden sind und die Lendenganglien eben anfangen sich zu trennen, während auffallender Weise die Sacral- und Halsknoten schon Verbindungsstränge besitzen.

Ueber die Entwicklung der peripherischen Geflechte des *Sympathicus* des Menschen und der Säugethiere wissen wir fast nichts. Den *Plexus coeliacus* sah ich schon bei Embryonen des 3. Monates von der 9. Woche an, zu welcher Zeit auch die *Splanchnici majores* schon deutlich sind. Auffallend war mir, dass bei solchen Embryonen aus dem dritten Monate der ganze Raum zwischen den Nebennieren, Nieren und Geschlechtsdrüsen von einem Nervengeflechte mit zahlreichen grösseren Ganglien eingenommen war, das ziemlich deutlich zwei Hälften erkennen liess, und erinnerte dasselbe lebhaft an die von Remak beschriebenen Geschlechtsnerven des Hühnchens. Ja es ergaben sich selbst einige Thatsachen, die für eine Beziehung dieser Geflechte zu den Nebennieren sprechen. So sah ich bei einem dreimonatlichen Embryo die Nebennieren vor der Aorta durch eine Quermasse verbunden, in welche der *Splanchnicus* sich verlor und die offenbar zu dem erwähnten Nervengeflechte gehörte, und kann bei dieser Gelegenheit daran erinnert werden, dass schon Valentin und Meckel die Nebennieren ursprünglich als zusammenhängend beschreiben. Untersuchungen ferner an Kalbsembryonen haben ergeben, dass auf jeden Fall dasselbe Blastem, das den erwähnten Nervenplexus liefert, mit seinem oberen Theile die Nebennieren erzeugt, die keinerlei genetischen Zusammenhang weder mit den Wolff'schen Körpern noch mit den bleibenden Nieren haben, doch ist es bisher noch nicht gelungen nachzuweisen, ob dieselben wirklich in einem innigeren Verbande mit den sympathischen Plexus vor der Aorta stehen oder nicht.

Fig. 177.

Fig. 177. Grenzstrang des *Sympathicus* eines viermonatlichen Embryo von 4″ 4 1/2‴ Länge in natürlicher Grösse. 1. 2. 3. *Ganglia cervicalia;* 4. letztes *Ganglion thoracicum; c Ganglia lumbalia*; 5. *Ganglia sacralia; e Ganglion coccygeum; sp Splanchnicus major.*

Histologische Entwicklung der Nerven.

Ueber die Entwicklung der Elemente des peripherischen Nervensystems berichte ich in Kürze Folgendes. Die Stämme der sensiblen und motorischen Nerven treten ohne Ausnahme in erster Linie als Bündel feinster paralleler Fäserchen auf, zwischen denen keine Kerne und keine Zellen sich befinden. Von dieser fundamentalen Thatsache ist es leicht bei Kaninchenembryonen am *Trigeminus* und *Oculomotorius*, sowie an den Nerven der hervorsprossenden Extremitäten sich zu überzeugen und beweist dieselbe wohl überzeugend, dass die Nervenfasern nicht in loco aus peripheren Zellen sich bilden, sondern aus den Centralorganen (Gehirn, Mark, Ganglien) hervorsprossen. In zweiter Linie ordnen sich die die Nerven umgebenden Mesodermaelemente zu einer zelligen Scheide, und in dritter Linie wuchern diese Zellen anfangs spärlich und dann immer reichlicher in das Innere der Nervenstämme herein. Diesem zufolge sind die SCHWANN'schen Scheiden mit ihren Kernen secundäre, der Nervenfaser, d. h. dem zuerst allein vorhandenen Axencylinder ursprünglich fremde Bildungen, die ich als Endothelscheiden auffasse, mit welcher Deutung der Wichtigkeit dieser Elemente für die Bildung des Nervenmarkes und die Ernährung der Axencylinder natürlich kein Eintrag geschieht. Bei den Nervenendigungen von Embryonen, wie z. B. der Froschlarven, deute ich die von mir vor Jahren beschriebenen kernhaltigen verästelten Fäden, in denen dunkelrandige Fasern zu einer oder mehreren sich bilden (s. meine Abh. in An. d. sc. nat. 1846), als Nervenscheiden mit eingeschlossenen Axencylindern, und im Gehirn und Rückenmark, dessen Elementen SCHWANN'sche Scheiden fehlen, sind die Zellen der Stützsubstanz die Vertreter derselben in anatomischer und in physiologischer Beziehung.

III. Entwicklung der Sinnesorgane.

A. Auge.

§ 31.

Erste Entwicklung des Auges, Anlage seiner Hauptheile.

Primitive Augenblasen.

Die Entwicklung der Augen beginnt beim Hühnchen und beim Säugethiere mit dem Auftreten zweier seitlicher Ausstülpungen des primitiven Vorderhirns, den primitiven Augenblasen, von denen in früheren §§ schon die Rede war.

Augenblasen-stiel.

Einmal gebildet, schnürt sich die primitive Augenblase allmälig vom Vorderhirne ab, so dass sie wie einen Stiel bekommt, der nichts anderes ist als die Bahn, in welcher später die Fasern des *Nervus opticus* sich entwickeln, und zugleich rückt die ganze Augenanlage nach und nach an die untere Seite des Vorderhirns in die Gegend, die später Zwischenhirn heisst.

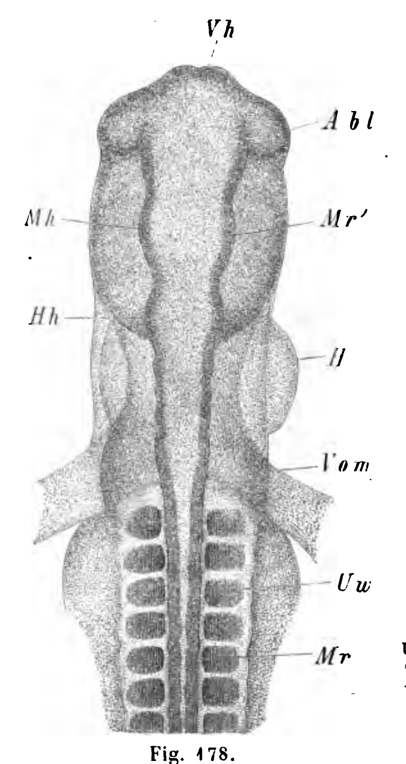


Fig. 178.

Auf dieser Stufe angelangt gehen die Augenblasenstiele von der Basis des Zwischenhirns aus, während die Blasen selbst so gelagert sind, dass sie mit der oberen und proximalen Seite dem Vorderhirne zugewendet erscheinen, mit der unteren dagegen, sowie mit der dem Stiele entgegengesetzten (distalen) Polfläche gegen die äusseren Bedeckungen gerichtet sind. Die äussere Bedeckung der Augenblase wird beim Hühnchen nur von dem Hornblatte (*Ectoderma*) gebildet, während bei den Säugethieren eine dünne Mesodermalage zwischen der Augenblase und dem Hornblatte sich hindurchzieht.

Umwandlungen der primitiven Augenblase im Allgemeinen.

In Betreff der weiteren Veränderungen der primitiven Augenblasen gebe ich nun zunächst zur Erleichterung des Verständnisses der etwas schwierigen Verhältnisse folgende übersichtliche Schilderung. Die primitive Augenblase wird nicht als solche zum späteren *Bulbus*, vielmehr bildet sich dieser 1) aus der primitiven Blase, 2) aus einer dieselbe einstülpenden Wucherung des *Mesoderma* und des Hornblattes, die man kurzweg als der äusseren Haut angehörig bezeichnen kann, aus welcher die Linse, der Glaskörper, und bei Säugern die *Tunica vasculosa lentis* entsteht, und 3) aus einer vom mittleren Keimblatte oder den sogenannten Kopfplatten abstammenden äusseren Umhüllung, welche die *Sclera* und *Cornea*

Fig. 178. Vorderer Theil des Embryo eines Hühnchens vom Ende des zweiten Tages vom Rücken her. 40mal vergr. *Vh* Vorderhirn; *Mh* Mittelhirn; *Hh* Hinterhirn; *Abl* Augenblasen; *H* Herz; *Uw* Urwirbel; *Mr* Medullarrohr; *Mr'* Wand der 2. Hirnblase.

sammt der Aderhaut und Iris mit Ausnahme des *Pigmentum nigrum* erzeugt. Sobald nämlich die primitive Augenblase ihre bleibende Stellung eingenommen hat (Fig. 179), wird dieselbe am distalen Pole durch eine Wucherung des Hornblattes, die zur Linse sich abschnürt, so eingestülpt, dass ihre vordere Wand an die hintere Wand sich anlegt, wodurch die primitive Blase als solche ganz verschwindet und nun ein doppelblätteriges becherförmiges Gebilde darstellt, das mit seinem vorderen Rande die Linse umfasst (Fig. 180). Gleichzeitig mit dieser

Linse.

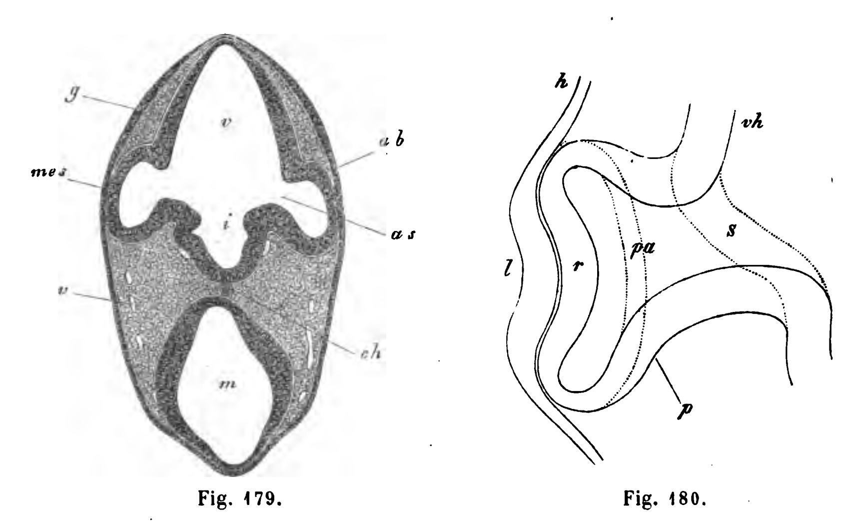


Fig. 179. Fig. 180.

Einstülpung und unmittelbar nachher wuchert aber auch die Cutis (d. h. die an das *Ectoderma* angrenzenden Mesodermalagen) medianwärts von der Linse und unterhalb derselben gegen die primitive Blase und ihren Stiel, oder den späteren Sehnerven und treibt die untere Wand der Blase gegen die obere. Hierdurch entsteht unter und hinter

Fig. 179. Schnitt durch den Vorderkopf eines Kaninchens von 10 Tagen. Vergr. 40mal. *ab* Augenblasen (0,26 mm Höhe); *as* Augenblasenstiel (Lumen 83 μ weit); *v* Vorderhirn; *m* Mittelhirn; *i* Infundibulum; *ch* durchschimmernde Chorda; *v* Venen; *g* verdicktes Hornblatt in der Gegend der späteren Geruchsgrübchen; *mes* Mesoderma.

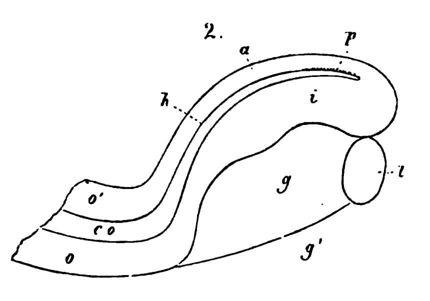
Fig. 180. Frontalschnitt durch die Anlage des Auges eines Hühnerembryo vom Ende des 2. Tages, so dass der Stiel der primären Augenblase sichtbar ist. Mit punktirten Linien sind die Contouren eines Schnittes angegeben, der neben dem Augenstiele durchgehen würde. Vergr. etwa 100mal. *vh* Höhle des Vorderhirns; *s* Stiel der primären Augenblase; *pa* primäre Augenblase vorn schon etwas eingestülpt; *r* vordere Wand derselben, die später zur Retina wird; *p* hintere Wand derselben, Anlage des *Pigmentum nigrum*; *h* Hornblatt vor der Augenblase; *l* Linsenanlage, eine verdickte Stelle des Hornblattes mit einer Grube, der Linsengrube.

der Linse ein besonderer Raum, der die neue Wucherung oder die Anlage des Glaskörpers enthält und gewinnt so die primitive Augenblase eine eigenthümliche Haubenform, welche die Fig. 181 deutlich macht. Der Augenblasenstiel wird in Folge dieser Wucherung bei Säugethieren von einem hohlen Cylinder, der er bisanhin war, zu einem abgeplatteten Gebilde, und schliesslich biegt sich derselbe noch so um, dass er nach der Ventralseite zu eine Halbrinne erhält, während zugleich der frühere innere Hohlraum immer mehr schwindet. Denkt man sich Linse und Glaskörperanlage, sowie die Einstülpung in den Stiel der primitiven Augenblase weg, so würde die letztere nun wie ein gestielter doppelblättriger Becher erscheinen, an dessen einer Seite eine breite Spalte sich fände. Die Höhlung, zu der die erwähnte Spalte führt, ist natürlich nicht die ursprüngliche Höhlung der primitiven Blase, die mit der Hirnhöhle in Verbindung steht, sondern ein neues, an der Aussenseite der ursprünglichen Blase entstandenes *Cavum*, für welches nun auch ein neuer Name, der der **Höhle des Augapfels**, nöthig wird, während die eingestülpte primitive Blase die »**secundäre Augenblase**« heisst. (Fig. 181.) Im weiteren Verlaufe nun verwächst die Spalte der secundären Augenblase und des Augenblasenstieles, oder die

Glaskörper.

Höhle des Augapfels.

Secundäre Augenblase.



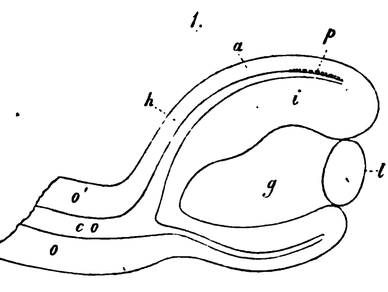


Fig. 181.

Fig. 181. Senkrechter Längsschnitt durch das Auge eines vier Wochen alten menschlichen Fötus in zwei Ansichten, die durch verschiedene Einstellung gewonnen wurden. 1. Ansicht der Schnittfläche selbst, die neben dem Eintritte des Sehnerven und der Augenspalte angelegt wurde. 2. Scheinbare Schnittfläche in der Gegend der Augenspalte. *o* untere Wand des platten, aber noch mit einer Höhlung *co* versehenen *Nervus opticus*, die in 2 mit *i*, der inneren Lamelle der secundären Augenblase oder der Retina, in Verbindung steht, in 1 dagegen mit der äusseren Lamelle *a* derselben verbunden erscheint. *o'* obere Wand des Sehnerven; *p* Stelle der äusseren Lamelle der secundären Augenblase, wo die Bildung des schwarzen Pigmentes schon begonnen hat; *l* Linse, deren Höhlung nicht dargestellt ist; *g* Glaskörper; *g'* Stelle wo der Glaskörper durch die Augenspalte mit der in das Auge eindringenden Cutislage zusammenhängt. Vergr. 100.

Fötale Augenspalte.

fötale Augenspalte und erscheint dann die vorhin erwähnte Wucherung des Mesoderma als isolirtes *Corpus vitreum* und als bindegewebige Axe mit den *Vasa centralia* im Sehnerven. Die vordere Oeffnung der secundären Blase, in der die Linse liegt, wird bei den Vögeln von Anfang an nur von dem Hornblatte verschlossen, wogegen bei den Säugern auch eine dünne Mesodermalage vor der Linse vorbeigeht, die mit einer ähnlichen, die hinteren Theile der Linse umfassenden Lage zusammenhängt, welche Umhüllung der Linse von der uranfänglich zwischen der primitiven Augenblase und dem Ectoderma gelegenen Mesodermaschicht abstammt, mit dem primitiven Glaskörper untrennbar zusammenhängt und mit demselben zusammen die Anlage der später zu beschreibenden gefässhaltigen Kapsel der Linse darstellt. Aus den die secundäre Augenblase von aussen umschliessenden Mesodermalagen, die bei Säugern mit der gefässreichen Kapsel der Linse zusammenhängen, differenzirt sich nach und nach eine besondere Faserhaut heraus, die später in Aderhaut und *Sclera* zerfällt, jedoch noch bevor diese letzte Sonderung vollendet ist, aus ihrem vorderen Theile die Hauptmasse der *Cornea* und die Iris hervortreibt.

§ 32.

Linse, Glaskörper.

Linse der Vögel.

Bei den Vögeln ist die Linsenbildung leicht zu verfolgen, und zeigt die Fig. 180 nahezu den frühesten Zustand des Organes, in welchem dasselbe eine 0,026 mm dicke Stelle des Ectoderma darstellt, die in der Mitte eine leichte Einsenkung, die Linsengrube, besitzt. Diese Linsenanlage, die der Stellung der Kerne zufolge wie mehrschichtig erscheint, und an der freien Fläche ebenso wie das Ectoderma eine einfache Lage ganz platter Schüppchen besitzt, wandelt sich nach und nach in eine Blase um, indem der Rand der Grube sich zusammenzieht, welchem Stadium die Fig. 182 entnommen ist. Endlich schliesst sich am 3. Tage die Oeffnung, die in die Linsengrube führt, von welcher die Fig. 182 noch den letzten, etwas excentrisch gelagerten Rest zeigt, so dass dann die Linse eine fast gleichmässig dicke rundliche Blase darstellt (Fig. 183).

Die weitere Entwicklung der Linse des Hühnchens ist anfangs ebenso wie bei den Säugethieren (s. unten). Auffallend und eigenthümlich ist an dieser Linse später nur die Dicke der seitlichen Wand der Linsenblase, welche mit einer besonderen Bildung der fertigen Linse des Vogels in Zusammenhang steht.

Linse der Säugethiere.

Bei den Säugethieren entwickelt sich die Linse wesentlich wie

beim Hühnchen, und zeigt die Fig. 184 eine offene Linsengrube. Am 12. Tage schnürt sich beim Kaninchen die Linse ab und erscheint dann auf eine kurze Zeit als eine überall gleich dicke Blase, wie die Fig. 187 eine solche vom Menschen zeigt. In weiterer Entwicklung wuchern die

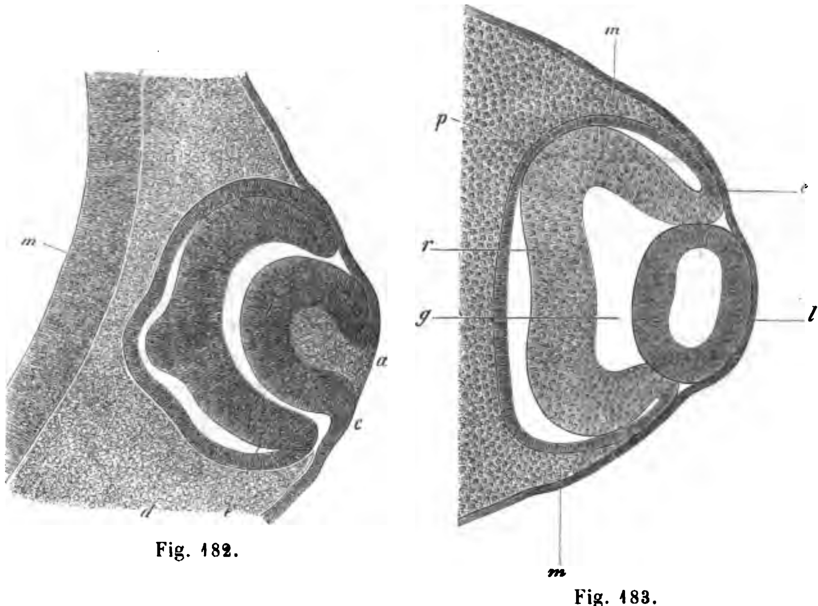


Fig. 182.

Fig. 183.

Zellen der hinteren Wand der Linsenblase und nimmt die Linse die Form an, welche die Fig. 185 wiedergiebt. Noch später zeigt die Linse die Verhältnisse der Fig. 186 und lässt sich aus diesen Figuren mit Leichtigkeit das Bildungsgesetz der fötalen Linse nachweisen. Es bilden sich nämlich die Zellen der hinteren Wand der fötalen Linsenblase alle in Fasern um in der Art, dass die mittleren Zellen am raschesten, die seitlichen weniger schnell wachsen, wodurch bewirkt wird, dass die ganze hintere Wand der Linsenblase in Gestalt einer kugeligen Warze sich erhebt, welche immer mehr in die Höhle der Blase vorspringt und

Fig. 182. Flächenschnitt durch die Augenanlage eines Hühnerembryo vom 3. Tage (Osmiumpräparat). Vergr. 143mal. *a* Linsengrube; *b* Wand der Linsenblase; *c* Zusammenhang derselben mit dem Hornblatte; *de* secundäre Augenblase; *e* vordere Hälfte derselben (Retina); *d* hintere Hälfte derselben (Pigment); *m* Wand des Vorderhirns. — Die warzenartige Wölbung an beiden Blättern der secundären Augenblase scheint Wirkung des Reagens zu sein.

Fig. 183. Horizontalschnitt durch das Auge eines Hühnchens vom 3. Tage. Vergr. 106mal. *m* Mesoderma; *e* Ectoderma; *l* Linse (im *Diam. antero-posterior* dick 0,156 mm); *r* Retina, dick 0,07 mm; *p* Pigment; *g* Glaskörper.

schliesslich dicht an die vordere Wand heranrückt, so dass dann die Höhle bis auf eine schmale Spalte verschwunden ist. Hierbei zeigen die aus den Epithelzellen der Linsenblase hervorgehenden Linsenfasern ganz bestimmte Anordnungen, und zwar verlaufen die in der Axe gelegenen Fasern ganz gerade nach vorn, während die seitlichen immer mehr sich

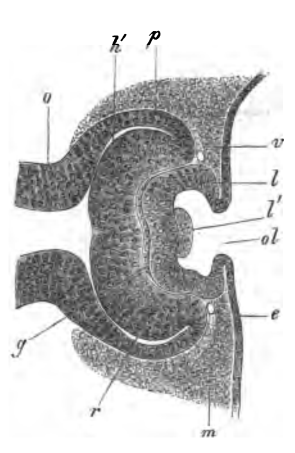


Fig. 184.

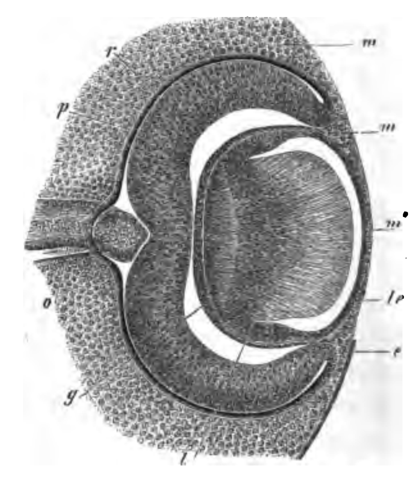


Fig. 185.

krümmen in der Art, dass sie ihre Concavität dem Aequator der Linse zuwenden. Diese Bogenfasern werden gegen den Linsenrand immer kürzer und gehen dann ganz allmälig wesentlich in derselben Weise in die Zellen der vorderen Wand der Linsenblase über, wie ich dies

Fig. 184. Horizontalschnitt durch das Auge eines Kaninchens von 12 Tagen und 6 Stunden. Vergr. 70mal. *o* Stiel der Augenblase mit weiter Höhlung; *h'* Rest der Höhlung der primären Augenblase; *p* proximale Lamelle der secundären Blase (*Pigmentum nigrum*); *r* distale Lamelle (Retina); *g* Glaskörper; *l* Linsenblase bei *ol* weit offen, im Grunde bei *l'* wie mit einer warzenförmigen Auflagerung; *m* Mesoderma mit *v* einem Ringgefässe am vorderen Rande der secundären Blase; *e* Ectoderma.

Fig. 185. Auge eines Kaninchens von 14 Tagen und 0,76 mm Breite im Horizontalschnitte. Vergr. 65mal. *o* Opticus; *p Pigmentum nigrum; r* Retina; *g* Glaskörper. Zwischen beiden Theilen ein durch Schrumpfen des Glaskörpers entstandener Zwischenraum; *l* hintere dicke Wand der Linsenblase oder Anlage der Linse; *le* vordere dünne Wand der Linsenblase oder Epithel der Linsenkapsel. Zwischen beiden der Rest der Höhlung der Linsenblase; *m* Mesoderma um die secundäre Augenblase herum, noch ohne Andeutung von *Sclera* und *Chorioidea; m'* Stelle wo dieses Mesoderma mit der mesodermatischen Umhüllung der hinteren Wand der Linse oder dem Glaskörper zusammenhängt; *m''* dünne Mesodermalage vor der Linse, Anlage der Pupillarhaut und zum Theil auch der Cornea. Das Epithel vor dem Auge (späteres Conjunctivalepithel) ist bis auf einen kleinen Rest bei *e* abgefallen.

von Erwachsenen vor langer Zeit abgebildet habe. (Mikr. Anat. Fig. 426.)

Die fötale gut ausgebildete Linse unterscheidet sich sehr wesentlich von dem fertigen Organe einmal dadurch, dass alle Linsenfasern Kerne besitzen, und zweitens durch den Verlauf der Fasern, die der Axe des Organes mehr weniger parallel von der hinteren zur vorderen Fläche ziehen. Der spätere concentrisch blätterige Bau kommt dadurch zu Stande, dass nach und nach die jungen, neu sich anlagernden Fasern der Oberfläche der Linse parallel sich krümmen und die erst gebildeten Fasern überwuchern, so dass zuletzt die fötale Linse zum Kerne des fertigen Organes wird. Hierbei tritt dann auch die Bildung der Linsensterne ein, die unter der Voraussetzung, dass alle Linsenfasern eine gleiche Wachsthumsgrösse besitzen und gleich lang sind, im Allgemeinen leicht verständlich ist, wenn auch auf die Erklärung der besonderen Form der Sterne für einmal verzichtet werden muss. Während dieser Umgestaltungen der Gesammtlinse ändern sich auch die Verhältnisse der Kerne der Linsenfasern. Anfangs sind dieselben, wie schon bemerkt, in allen Fasern vorhanden und liegen

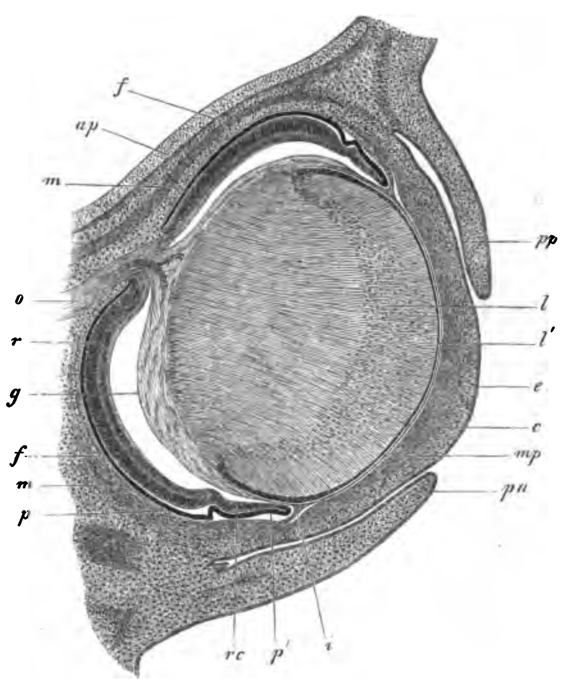


Fig. 186.

Fig. 186. Horizontalschnitt durch das Auge eines 18 Tage alten Kaninchens. Vergr. 30mal. *o* Opticus; *a p Ala parva*; *m, m Musculi recti; o i Obliq. inferior*; *p Pigmentum nigrum; r* Retina; *f* Anlage der *Sclera* und *Chorioidea; r c Pars ciliaris retinae; p'* vorderer Rand der secundären Augenblase oder Anlage des Irispigmentes; *g* Glaskörper, durch Schrumpfen von der Retina abgehoben, ausser hinten, wo die *Art. capsularis* als Fortsetzung der *Art. centralis retinae* erscheint; *i* Iris; *m p Membrana pupillaris; c* Cornea mit Epithel *e; p a Palpebra superior*; *p p Palpebra inferior*; *l* Linse 1,45 mm breit; *l'* Linsenepithel.

in der eben gebildeten Linse so, dass sie eine besondere Zone bilden, deren Gestalt aus den Figuren 185 und 186 deutlich hervorgeht. Später verkümmern die centralen Kerne, so dass die fertige Linse nur noch in ihren Randschichten solche zeigt.

Linsenkapsel.

Die structurlose Linsenkapsel ist entweder eine Cuticularbildung und wird von den Linsenzellen abgesondert oder es stammt dieselbe vom mittleren Keimblatte und stellt die äusserste Begrenzungslage desselben gegen die epidermoidale Linse dar.

Linse des Menschen.

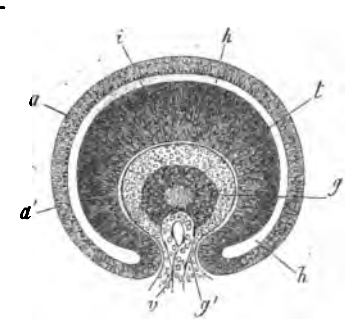


Fig. 187.

Ich reihe nun noch das Wenige an, was wir von den frühesten Zuständen der Linse des Menschen wissen. Die von mir beobachtete Linse eines 4 Wochen alten menschlichen Embryo hatte einen Gesammtdurchmesser von 0,13 mm, war hohl, wie die eben abgeschnürten Linsen von Säugern und bestand in ihrer 45 μ dicken Wand aus länglichen, 7—9 μ breiten Zellen, die höchstens in drei Lagen angeordnet schienen (Fig. 187). Eine äussere Ausmündung der Linsenhöhle war in diesem Falle nicht vorhanden, dagegen hat Kessler bei einem 3 Wochen alten Embryo des Menschen eine noch offene Linse gefunden.

Die Linse des älteren menschlichen Fötus vom 5. Monate an und die des Neugeborenen hat einen dreistrahligen Linsenstern. Die Linsenkapsel misst beim Neugeborenen an ihrer vorderen Wand 7,6—8,1 μ.

Bildung des Glaskörpers.

Zu derselben Zeit, in welcher die Linse sich anlegt, erscheinen auch die ersten Spuren des Glaskörpers. Während nämlich von vorn her die Linse sich gegen die primitive Augenblase heranbildet, geschieht diess nahezu gleichzeitig auch von unten her durch einen Fortsatz oder eine Wucherung des Mesoderma, die man nicht unrichtig als der Cutis und dem subcutanen Gewebe angehörig bezeichnen kann, wenn auch das mittlere Keimblatt um diese Zeit am Kopfe noch gar keine Unterabthei-

Fig. 187. Vordere Hälfte eines frontal durchschnittenen Auges eines vier Wochen alten menschlichen Embryo, von der Schnittfläche aus gesehen, 100mal vergr. *l* Linse mit einer centralen Höhle; *g* Glaskörper durch einen Stiel *g'*, der durch die Augenspalte hindurchdringt, mit der Haut unterhalb des Auges verbunden; *v* Gefässschlinge, die in diesem Stiele in das Innere des Glaskörpers eindringt und hinter der Linse liegt; *i* innere Lamelle der secundären Augenblase oder Retina; *a* äussere Lamelle derselben, die bei *a'* schon Pigment in ihren Zellen enthält und zur Pigmentlage der *Chorioidea* sich gestaltet; *h* Zwischenraum zwischen beiden Lamellen oder Rest der Höhle der primitiven Augenblase.

lungen zeigt. Anfänglich erscheint dieser Fortsatz in Gestalt einer kurzen und schmalen Leiste, welche unmittelbar hinter und unter der Linse, die untere Wand der primitiven Blase gegen die obere drängt, bald aber wuchert dieser Fortsatz, mit Ausnahme seiner Abgangsstelle vom Mesoderma, zu einem massigeren Gebilde heran, welches im Allgemeinen die Form einer mehr weniger dicken, vorn und unten offenen Kugelschale besitzt, mit andern Worten, in seiner Gestalt derjenigen der Höhlung der secundären Augenblase entspricht, wenn man den Raum abzieht, den die Linse erfüllt. Mit dem äusseren Mesoderma hängt der Glaskörper so lange zusammen, als der enge Zugang zur Höhlung der secundären Augenblase, der die fötale Augenspalte heisst, offen ist. Sobald jedoch diese sich geschlossen hat, erscheint die secundäre Augenblase als ein Becher, der in seinem Innern den Glaskörper und an seiner Mündung die Linse enthält. Von diesen Vorgängen kann man sich sowohl bei den Vögeln als bei den Säugethieren überzeugen, doch ergeben sich zwischen diesen beiden Thierabtheilungen bemerkenswerthe Unterschiede, insofern als einmal bei den Säugethieren auch der Sehnerv in ansehnlicher Länge eingestülpt wird, während bei den Vögeln ein solcher Vorgang nur an der Eintrittsstelle desselben ins Auge statthat, und zweitens der eben gebildete Glaskörper der Säuger zellige Elemente enthält, die demjenigen der Vögel ganz fehlen. Von den Vögeln ist noch zu bemerken, dass die Augenblasenspalte auch von aussen am Auge zu bemerken ist, wie die Fig. 54 zeigt.

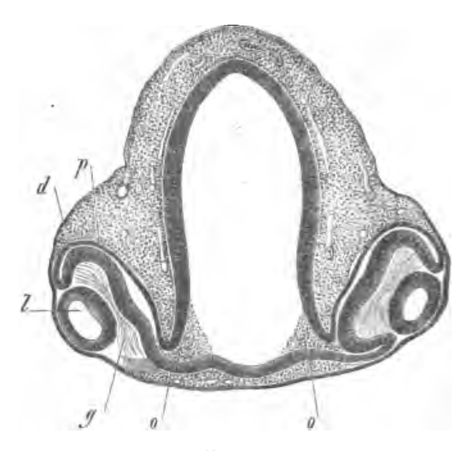


Fig. 188.

In Betreff des Menschen sind alte Erfahrungen von mir auch jetzt noch die einzig vorliegenden. Bei einem 4 Wochen alten Embryo war an Frontalschnitten (Fig. 189) die Einstülpung der primitiven Augenblase hinter der Linse und der von aussen eindringende Mesodermafortsatz deutlich zu sehen. Dasselbe zeigt auch die Fig. 187, welche den vorderen Abschnitt desselben Auges von der hinteren Seite gesehen zugleich mit der Linse wiedergiebt. In beiden Figuren stellt *i* die innere

Glaskörper des Menschen.

Fig. 188. Frontalschnitt durch den Kopf eines Hühnerembryo von 3 Tagen und 6 Stunden in der Augengegend, etwa 40mal vergr.; *o* Augenblasenstiel am Zwischenhirn; *p* proximale, *d* distale Wand der secundären Augenblase; *l* Linse; *g* Glaskörper.

dickere und *a* die äussere dünnere Lamelle der eingestülpten primitiven Blase dar, die an der Augenspalte in einander übergehen. Der Glaskörper *g* erscheint im Umkreise kreisrund, von etwa 0,17 mm Durchmesser und steht durch einen am vorderen Segmente breiteren, am hinteren schmäleren Stiel *g'*, oder besser durch eine Leiste mit der das Auge von unten her begrenzenden Mesodermalage im Zusammenhang. Im vorderen Segmente drang durch diesen Stiel ein Gefäss in den Glaskörper ein und endete im untern Dritttheile desselben mit einer Schlinge, eine Bildung, die kaum anders, denn als erste Andeutung der Glaskörpergefässe zu deuten ist. Der Glaskörper selbst sah bei schwächeren Vergrösserungen körnig, bei stärkeren wie aus kleinen Zellen zusammengesetzt aus. Zur Vervollständigung dieser Erfahrungen können die in der Fig. 181 dargestellten sagittalen Durchschnitte des andern Auges desselben menschlichen Embryo dienen, die, wenn sie auch von Säugethieraugen desselben Stadiums durch die Grösse des Glaskörperraums abweichen und wahrscheinlich etwas verändert sind, doch als die einzigen, die wir vom Menschen haben, von Werth sind und die Hauptverhältnisse deutlich erkennen lassen. Fig. 181 1 ist leicht verständlich und zeigt einfach die eingestülpte primitive Augenblase mit Linse und Glaskörper so wie sie erscheinen, wenn der Schnitt neben der Augenspalte und dem Sehnerven durchgeht. Fig. 181 2 dagegen stellt einen Schnitt mitten durch den Sehnerven und die Augenspalte dar, an welchem somit eine untere Begrenzung der secundären Augenblase fehlt, indem der Glaskörper hier unmittelbar in das mittlere Keimblatt übergeht.

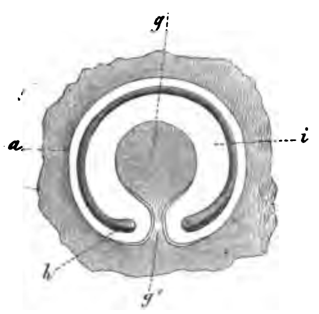


Fig. 189.

Tunica vasculosa lentis.

Ich wende mich nun zur Schilderung der Gefässe des Glaskörpers und der Linse, oder den Bildungen, die man bisher als *Tunica vasculosa lentis* bezeichnet hat, welche Gefässe für das menschliche und Säugethierauge bezeichnend und offenbar für die Bildung des Glaskörpers und der Linse von grosser Wichtigkeit sind, während sie bei den Vögeln fehlen. Nehmen wir als Ausgangspunkt für die Schilderung der *Tunica*

Fig. 189. Hintere Hälfte des senkrecht durchschnittenen Auges eines vier Wochen alten menschlichen Embryo (desselben Auges das in der Fig. 187 dargestellt ist) bei auffallendem Lichte von vorn betrachtet, 64mal vergr. *a* äussere Lamelle der secundären Augenblase (Pigmentschicht); *i* innere Lamelle derselben (Retina); *g* Glaskörper; *g'* Stiel desselben in der Augenspalte; *h* Rest der Höhle der primitiven Augenblase.

vasculosa lentis eine spätere Zeit, in der alle Theile derselben gut ausgeprägt sind, so finden wir Folgendes. Die grosse und so dicht an der Hornhaut anliegende Linse, dass von einer vorderen Augenkammer eigentlich noch keine Rede sein kann, ist nach aussen von ihrer *Membrana propria* (*l*) von einer dichten Gefässschicht umschlossen, welche sich eng an die hintere Fläche des Organes anschliesst (*v*), dann am Rande der Linse auf die vordere Fläche umbiegt und zwischen Iris und Linse, die ebenfalls dicht beisammen liegen, bis zum Irisrande nach vorn verläuft (*cp*), woselbst sie mit der Iris zusammenhängt und der Cornea dicht anliegend das Sehloch verschliesst (*p*). Die einzelnen Theile

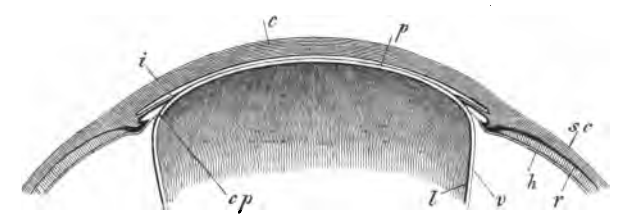


Fig. 190.

dieser gefässhaltigen Kapsel kamen nur nach und nach den Anatomen zur Beobachtung, und erklärt es sich so, dass dieselben unter verschiedenen Namen eingeführt wurden, was zu mehrfachen Missverständnissen Veranlassung gab. Am frühesten (1738 durch WACHENDORFF) wurde die Haut bekannt, welche das Sehloch schliesst, und ist dies die vielbesprochene *Membrana pupillaris* (*p*). Erst viel später wurde dann auch durch J. MÜLLER und HENLE die Fortsetzung der Pupillarhaut bis zum Rande der Linse (*cp*) oder die sogenannte *Membrana capsulo-pupillaris* genauer untersucht, und ist es namentlich das Verdienst von HENLE, nachgewiesen zu haben, dass beide Häute und die längst bekannte Gefässausbreitung an der hinteren Wand der Linse oder die sogenannte *Membrana capsularis* (*v*) zusammengehören und eine besondere gefässreiche fötale Umhüllung der Linse bilden.

Membrana pupillaris.

Membrana capsulo-pupillaris.

Membrana capsularis.

Fig. 190. Vorderer Theil des halbirten 10,5 mm grossen Auges eines Kalbsembryo, vergr. *l* structurlose Linsenkapsel; *v* hinterer Theil der gefässhaltigen Kapsel der Linse; *cp Membrana capsulo-pupillaris; p Membrana pupillaris; h M. hyaloidea* und Fortsetzung derselben in die *Zonula Zinnii*, die mit der *M. capsulo-pupillaris* sich vereint. Die hintere Wand des PETIT'schen Kanales wurde nicht gesehen, und ist daher nicht gezeichnet; *r* Retina; *sc Sclerotica* und *Chorioidea; i* Iris; *c* Cornea ohne Conjunctiva dargestellt. — Alle Zwischenräume zwischen der Linse und ihrer gefässreichen Kapsel, sowie zwischen dieser und der Iris und Cornea und zwischen diesen beiden Theilen selbst sind in natura nicht da und mussten der Deutlichkeit wegen gezeichnet werden.

Gefässe der *Tunica vasculosa lentis.*

Die Gefässe der *Tunica vasculosa lentis* zeigen folgendes Verhalten: Die *Arteria centralis retinae* giebt beim Eintritte in den *Bulbus* eine kleine Arterie, die *Art. hyaloidea s. capsularis* ab, welche in dem sogenannten *Canalis hyaloideus*, der mit der *Area Martegiani* beginnt, durch den Glaskörper gegen die Linse verläuft. Etwas hinter der letzteren und gewöhnlich nicht ganz in der Mitte, sondern der unteren Seite näher, spaltet sich dieselbe pinselförmig in Aeste, welche an der hinteren Wand der Linse hautartig sich ausbreiten. Nach allen Seiten strahlen hier unter spitzwinkligen Theilungen, welche sich vielfach wiederholen, die kleinen Aestchen der *Arteria capsularis* aus, und gehen endlich am Aequator der Linse in eine grosse Menge feiner paralleler Zweigelchen aus (Fig. 191). Verfolgt man diese weiter, so findet sich, dass dieselben um den Rand der Linse herum in den vorderen Theil der Gefässhaut der Linse, d. h. in die *Membrana capsulo-pupillaris* und *pupillaris* übergehen, und hier mit anderen Gefässen, die von der Iris in die Pupillarhaut übergehen, sich vereinen. Von vorn gesehen erscheint das Gefässnetz in folgender Weise (Fig. 192). An der Stelle

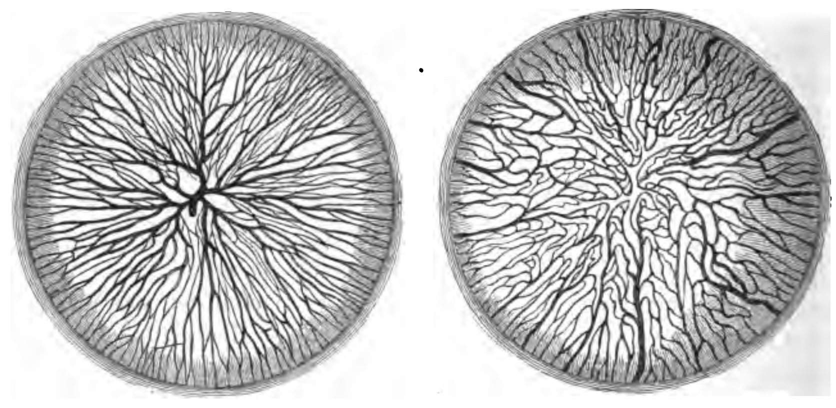


Fig. 191. Fig. 192.

der Pupille bemerkt man eine zarte durchsichtige Membran mit zahlreichen radiären Blutgefässen. Die feineren unter denselben, deren Zahl überwiegt, sind alle Fortsetzungen der Aeste der *Arteria capsularis*, die gröberen dagegen stammen von den Irisgefässen ab, bilden jedoch mit

Fig. 191. Ausbreitung der *Art. hyaloidea*, an der hinteren Kapselwand der Linse einer neugeborenen Katze. Nach einer Injection von Thiersch.

Fig. 192. Gefässe des vorderen Abschnittes der gefässreichen Membran der Linse (*M. capsulo-pupillaris et pupillaris*) einer neugeborenen Katze. Nach einer Injection von Thiersch.

den anderen überall reichliche Anastomosen, jedoch ohne wirkliche Capillarnetze zu erzeugen, wobei die Mitte entweder von Gefässen frei bleibt (Fig. 192) oder nicht. Manche dieser Irisgefässe der Pupillarhaut tragen sehr bestimmt den Charakter von Venen an sich und ist wohl kaum zu bezweifeln, dass das Blut der *Arteria capsularis* durch die Venen der Iris abfliesst, da diese Arterie, so viel man weiss, von keinen Venen begleitet wird.

Die Gefässe der fötalen Linse werden als in einer besonderen Membran liegend beschrieben und das Ganze auch als selbständige Hülle der Linse aufgefasst, doch entspricht dies für entwickeltere fötale Augen dem wirklichen Sachverhalte nicht. Einmal ist nur bei der *Membrana pupillaris* eine wirkliche Membran als Grundlage der Gefässausbreitung vorhanden und auch mit Leichtigkeit nachzuweisen, wogegen eine *Membrana capsularis* und *capsulo-pupillaris*, welcher letztere Theil übrigens besser nicht als besonderer Theil unterschieden wird, als solche nicht existirt und die Gefässe hier einfach von den vordersten Theilen des Glaskörpergewebes getragen werden. Es ist daher in dieser Gegend die sogenannte gefässhaltige Kapsel nichts weniger als eine selbständige Bildung, und da die *Membrana pupillaris* auch mit der Anlage der äussern *Tunica vasculosa oculi* verbunden ist, so ergiebt sich hieraus der wirkliche Sachverhalt, dass nämlich der Glaskörper und die Gefässe desselben zur Linse zusammengehören und den hinteren Abschnitt einer gefässhaltigen Umhüllung der Linse bilden, während der vordere Abschnitt dieser Umhüllung oder die *Membrana pupillaris* mit der das ganze Auge umhüllenden Mesodermaschicht verbunden ist. Somit bildet die ganze gefässhaltige Umhüllung der Linse und die *Tunica vasculosa oculi* eine höhere Einheit.

Zum richtigen Verständnisse der gefässreichen Linsenkapsel habe ich nun noch anzuführen, dass dieselbe, bevor die Iris gebildet ist, mit ihrer vorderen Wand ganz genau einerseits der Linse und anderseits der Cornea anliegt. So wie aber die Iris hervorwächst, scheint die Pupillarhaut mehr vom Rande der Iris auszugehen, obschon sie immer noch mit dem Glaskörper zusammenhängt. Nichts destoweniger liegt auch nach dem Hervorsprossen der Iris die *Membrana capsulo-pupillaris* und *pupillaris* der Linse genau an und fehlt eine hintere Augenkammer ganz und gar. Ja es fehlt selbst die vordere Augenkammer beim Fötus bis gegen das Ende der Schwangerschaft, zu welcher Zeit sie ganz langsam sich entwickelt, und liegt daher die Linse auch später dicht an der Cornea, nur durch die Pupillarhaut von ihr getrennt.

Bedeutung der gefässhaltigen Umhüllung.

Die gefässhaltige Umhüllung der Linse hat die Aufmerksamkeit der Anatomen und Aerzte schon lange auf sich gezogen und ist es besonders

die Pupillarmembran gewesen, welche das Interesse deshalb erregte, weil sie in gewissen Fällen beim neugeborenen Kinde noch existirt und die sogenannte angeborene Verschliessung der Pupille (*Atresia pupillae congenita*) bewirkt. Die praktische Seite dieser Angelegenheit führte dann zu einer genaueren Untersuchung der Pupillarhaut, sowie überhaupt der ganzen gefässhaltigen Kapsel, in welcher Beziehung noch Folgendes zu sagen ist. Die gefässhaltige Kapsel erhält ihre Gefässe schon im zweiten Monate des Embryonallebens und zeigt dieselben von da an bis zum sechsten und siebenten Monate auf's zierlichste entwickelt. Von da an beginnt der Schwund derselben, und in der *Membrana pupillaris* auch eine Resorption der sie tragenden bindegewebigen Haut, die jedoch, wenn man die Angaben aller Autoren zusammenfasst, an keine ganz bestimmte Zeit gebunden ist, so dass sich nur so viel sagen lässt, dass in der Regel beim Neugeborenen von der ganzen Bildung entweder gar nichts oder nur am Rande der Iris befindliche Reste von Gefässen sich vorfinden. — Die physiologische Bedeutung der gefässreichen Umhüllung der Linse anlangend, so unterliegt es mir keinem Zweifel, dass dieselbe als eigentliches Ernährungsorgan der Linse anzusehen ist. Nach Huschke (Eingeweidelehre S. 786) wiegt die Linse beim sechzehn Wochen alten Kinde 123 mg und beim Erwachsenen nur 67 mg mehr, nämlich 190 mg, woraus hinreichend ersichtlich ist, dass nach der Geburt ihr Wachsthum ein ungemein langsames ist.

Entwicklung der gefässreichen Kapsel.

Die Entwicklung und anatomische Bedeutung der gefässreichen Kapsel der Linse betreffend bemerke ich Folgendes. Zur Zeit, wo die Linsengrube und Linsenanlage beim Kaninchen sichtbar wird, befindet sich zwischen letzterer und der sich einstülpenden primitiven Augenblase eine dünne Mesodermaschicht. Wenn nun die Linse sich abschnürt, so kommt diese Lage mit in das Innere des Auges zu liegen und schliesst sich zugleich vor der Linse zu einem besonderen Blatte, und fragt es sich nun, welche Stellung diese Lagen zum Glaskörper und zur Pupillarhaut einnehmen, in welcher Beziehung sich Folgendes ergiebt.

Die Mesodermaschicht, die wir als Glaskörperanlage bezeichnen, und die von der Linse mitgenommene Lage bilden ein zusammenhängendes Blatt (Fig. 185 *g*), das genau die eigenthümliche Becherform der secundären Augenblase wiederholt, am Aequator der Linse bei m' mit der vor der Linse befindlichen und an der Aussenfläche das Auge umhüllenden Mesodermaschicht m'' in Verbindung steht und ausserdem auch an der unteren Seite des Auges, an der sogenannten Augenspalte, mit derselben sich vereint. Sieht man von diesen Verbindungen ab, so kann man auch sagen, es bilde die Glaskörperanlage und das mit der Linse sich abschnürende Mesoderma eine besondere Kapsel um die Linse,

und diese Auffassung ist auch in der That für die Säugethiere vollkommen begründet, indem bei ihnen anfänglich noch kein ächter gallertiger Glaskörper, sondern nur eine zusammenhängende gefässhaltige Hülle um die Linse sich vorfindet, welche nichts anderes als die oben geschilderte *Tunica vasculosa lentis* ist.

Zur Begründung dieser Aufstellung, welche den Glaskörper und den hinteren Theil der gefässhaltigen Linsenkapsel (die sog. *Membrana capsularis*) als eine einheitliche zusammengehörige Bildung erklärt, diene Folgendes. Beim Menschen und bei den Säugethieren beginnt die Glaskörperbildung mit dem Hereinwuchern einer Lage ächten zelligen Mesodermas, wie dasselbe überall um die Augenanlage herum gefunden wird, und gleichzeitig entwickeln sich auch Gefässe in dieser Schicht. Bald wuchern diese von der *Arteria centralis retinae* abstammenden Gefässe stärker und entwickelt sich rasch ein die ganze hintere Hälfte der Linse umfassendes Gefässnetz, womit dann die Anlage der *Membrana capsularis* gegeben ist (Fig. 193 *g*). Am Rande der secundären Augenblase gehen die Gefässe der Capsularhaut in die die Linse vorn bedeckende Mesodermaschicht über, und geben so zur Entstehung der Pupillarhaut als vorderer Ergänzung der gefässhaltigen Linsenkapsel Veranlassung (Fig. 193 *mp*). Gleichzeitig entwickeln sich aber auch Gefässe an der

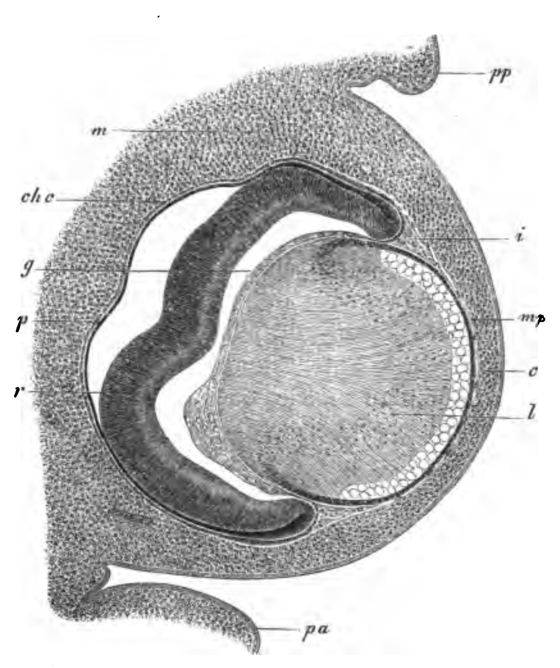


Fig 193.

Fig. 193. Horizontalschnitt durch das Auge eines Rindsembryo von 23 mm. Vergr. etwa 42mal. *pp* hinteres unteres Augenlid; *pa* vorderes oberes Augenlid; *m* Mesoderma um das Auge herum noch ohne Differenzirung; *c* Anlage der Hornhaut sammt deren Epithel; *mp Membrana pupillaris; i* Irisanlage; *chc* Choriocapillarisanlage; *g* Glaskörper; *p Pigmentum nigrum* oder proximale Lamelle der secundären Augenblase; *r* distale Lamelle derselben, vorwiegend Netzhaut.

äusseren Fläche der secundären Augenblase, welche am Rande derselben mit denen der Pupillarhaut sich verbinden und mit der sie tragenden Mesodermaschicht die erste Anlage der Aderhaut und Iris darstellen (*ch c*, *i*). Diesem Verhalten zufolge könnte man auch sagen, es sei um diese Zeit die secundäre Augenblase sammt der Linse von einer äusseren gefässhaltigen Hülle umgeben, welche am Aequator der Linse ein Blatt in das Auge hinein zwischen Linse und Anlage der Netzhaut (dem vorderen Blatte der secundären Blase) abgebe.

Mit dieser Behauptung wird allerdings die gefässhaltige Linsenkapsel ihrer bisher behaupteten Selbständigkeit beraubt und mit Recht, denn nach den Kenntnissen, die wir jetzt über das Auge haben, ist dieselbe nur als Theil eines umfassenden, der Ernährung und dem Wachsthume des embryonalen Auges dienenden Apparates anzusehen, wenn auch der Name aus Bequemlichkeitsrücksichten beibehalten werden kann.

Wir kehren nun zum ebengebildeten Glaskörper oder zur primitiven *Membrana capsularis* zurück, der, wie wir oben sahen, anfangs nichts als eine dünne gefässhaltige Haut darstellt, die als eine Lage embryonaler Bindesubstanz mit Gefässnetzen anzusehen ist.

In weiterer Entwicklung wuchern die Gefässe dieser Schicht immer weiter, während zugleich auch die Zwischensubstanz des sie tragenden Gewebes oder die Glaskörpergallerte zunimmt, und bilden sich dieselben schliesslich in die oben geschilderten, an der hinteren Seite der Linsenkapsel sich ausbreitenden Gefässe um, indem sie wie in eine Ebene sich zusammendrängen und dann auch von einem längeren, mitten durch den Glaskörper verlaufenden Stämmchen, der *Arteria capsularis*, versorgt werden.

Ausser diesen Gefässen entwickelt nun aber der Glaskörper bei gewissen Säugern (Katze, Hund, Rind, Schaf, Kaninchen) und beim Menschen gleichzeitig mit den Linsengefässen noch eine Gefässausbreitung, die in den oberflächlichsten Lagen des Glaskörpers liegt und vom Anfange der *Arteria capsularis*, oder wenn man will, von der *Arteria centralis retinae* gleich nach ihrem Eintritte aus dem *Opticus* in den Glaskörper abstammt, wobei jedoch zu bemerken ist, dass dieses Gefäss um diese Zeit gar keine Aeste an die Netzhaut und den *Opticus* abgiebt. Indem nun diese eigentlichen Glaskörpergefässe (*Vasa hyaloidea propria*) in den äussersten Lagen des Glaskörpers vor der *Limitans retinae* (siehe unten) nach vorn ziehen, bilden sie ein anfangs lockeres, später immer dichteres Maschennetz und enden vorn in der Gegend des Aequators der Linse oder der späteren *Zonula Zinnii* in Verbindung mit den Linsenkapselgefässen (der Ausbreitung der *Art. capsularis*), mit denen sie auch weiter hinten hie und da durch Gefässe, die den Glaskörper durchsetzen,

Eigentliche Glaskörpergefässe.

anastomosiren. Der sogenannte *Circulus arteriosus Mascagnii*, der bei älteren Embryonen in der *Zonula Zinnii* sich findet, ist eine weitere Entwicklung der eben geschilderten früheren Anastomosen und hängt ebenfalls mit den Verästelungen der *Arteria capsularis* zusammen.

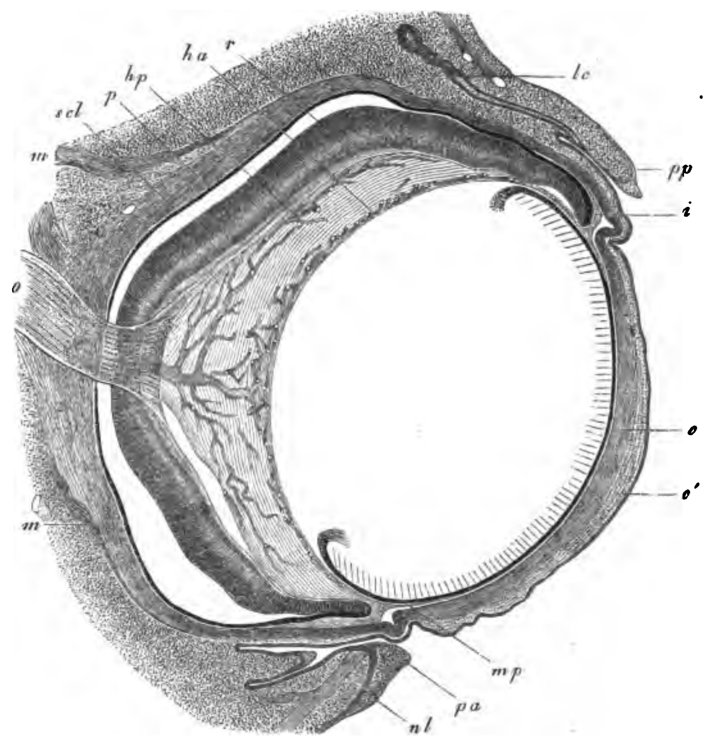


Fig. 194.

Aus diesen Glaskörpergefässen, die bei älteren Embryonen wie in einer besonderen, den Glaskörper umgebenden Haut ihre Lage haben und ein immer dichteres Maschennetz bilden, entwickeln sich später die Retinagefässe, doch ist der genauere Vorgang bei der Bildung der letz-

Fig. 194. Horizontalschnitt durch das Auge eines Rindsembryo von 3,5 cm. Vergr. etwa 30mal. *o Opticus* (die Punkte und Striche bedeuten die Kerne der Stützsubstanz); *ha Vasa hyaloidea anteriora s. capsularia*; *hp Vasa hyaloidea propria s. posteriora*; *p Pigmentum nigrum*; *r* Retina mit der Ausbreitung des Opticus an ihrer innern Oberfläche; *m Musculi recti*; *scl Sclera*; *lc* Anlage der Thränendrüse; *pp* hintere Augenlidcommissur; *pa* vordere Augenlidcommissur; *nl Canaliculus lacrymalis*; *mp Membrana pupillaris*; *i* Iris; *c* Cornea tiefe Lage (sclerale Schicht); *c'* Cornea oberflächliche cutane Lage mit dem Epithel. Die Falte einwärts der *Commissura medialis* der Lider ist die *Plica semilunaris (Membrana nictitans)*.

teren immer noch unerforscht und weiss man nur so viel, dass später, während die Retina Gefässe erhält, die *Vasa hyaloidea propria* schwinden.

Dem Gesagten zufolge entwickelt sich der Glaskörper der Säuger zwischen zwei Gefässlagen, und wird es wohl erlaubt sein, die hintere Lage oder die eigentlichen Glaskörpergefässe mit der Ausbildung desselben in Zusammenhang zu bringen. Immerhin scheinen mir die *Vasa hyaloidea propria* vor Allem eine Beziehung zur Ausbildung der Netzhaut zu haben, und will ich hier noch besonders darauf aufmerksam machen, dass das ganze centrale Nervensystem von Säugern und Vögeln bei jungen Embryonen von einer ganz dünnen Gefässhaut umgeben ist, die in einfacher Schicht ein ungemein reiches Netz von Capillaren trägt. In ähnlicher Weise ist die secundäre Augenblase aussen von der sehr früh auftretenden *Choriocapillaris* und innen von der Ausbreitung der Glaskörpergefässe überzogen, und unterliegt es mir keinem Zweifel, dass hier wie dort in diesen Gefässhäuten die Hauptfactoren für das Wachsthum der betreffenden Organe zu suchen sind.

Was von der primitiven hinteren Wand der gefässhaltigen Linsenkapsel gilt, dass dieselbe eine Mesodermaschicht sei und in einer Grundlage einfacher Bindesubstanz ihre Gefässe trage, das gilt auch von der *Membrana pupillaris* mit dem Bemerken jedoch, dass zellige Elemente in dieser sehr dünnen Haut allerdings spärlich sind, so dass in Durchschnitten dieser Haut oft gar keine und immer nur wenige solcher Elemente sich finden. Ausserdem hebe ich noch besonders hervor, dass diese Haut als Membran und nicht als einfache Gefässausbreitung lange vor der Zeit vorhanden ist, in der die Cornea und Iris sammt der vorderen Augenkammer sich ausbilden, und dass es daher unmöglich ist, mit Kessler ihre häutige Grundlage einzig und allein vom Irisendothel abzuleiten, welches auf die Gefässausbreitung der *Membrana pupillaris* sich fortsetze.

Der Glaskörper zeigt schon in früher Zeit, da wo er an die Netzhaut angrenzt, eine zarte Begrenzungslinie, von der es anfänglich schwer ist zu sagen, ob sie der Ausdruck einer besonderen Haut ist oder nicht. Bei etwas älteren Embryonen kann dagegen die Existenz eines besonderen zarten Häutchens zwischen *Corpus vitreum* und Retina nicht bezweifelt werden, indem dasselbe häufig genug bei Trennungen des Glaskörpers von der Retina theilweise oder auf grossen Strecken sich ablöst, dann meist auf den Glaskörper übergeht und wie eine besondere Begrenzung desselben darstellt. Dieses Häutchen gehört, wie ich mit Bestimmtheit sagen zu dürfen glaube, der Netzhaut an, denn es geht dasselbe vorn nicht auf dem Glaskörper weiter und hinter der Linse auf die

tellerförmige Grube über, vielmehr setzt sich diese Lage um den Rand der secundären Augenblase herum auf die Pigmentschicht fort, wo dieselbe jedoch nicht für sich darstellbar ist, mithin entweder sehr zart wird, wofür die scharfe äussere Begrenzung des *Pigmentum nigrum* spricht, oder fehlt. Rechnet man dieses Häutchen, das ich *Limitans interna primitiva* heisse, zur Netzhaut, wie KESSLER und ich, so besitzt der fötale Glaskörper anfänglich keine Begrenzungshaut. Eine besondere *Hyaloidea* bekommt derselbe erst von der Zeit der Ausbildung der *Zonula Zinnii* und der Ablösung und dem Verschwinden der *Vasa hyaloidea propria* an, was beim Menschen noch vor der Geburt statthat.

Limitans interna primitiva.

Die Fasern der *Zonula Zinnii* entstehen im Glaskörper und in der Glashaut durch histologische Differenzirung und werden beim Menschen im 4. Monate deutlich.

Zonula Zinnii.

§ 33.

Faserhaut und Gefässhaut des Auges.

Beide diese Häute entwickeln sich aus dem mittleren Keimblatte, welches die Augenanlage umgiebt, und sind in Augen von dem Entwicklungszustande, wie derjenige der Fig. 183, noch nicht angelegt. Die Aderhaut mit Ausschluss des *Pigmentum nigrum* und die *Sclera* machen hinsichtlich ihrer Entwicklung keine Schwierigkeiten und sind einfach Differenzirungsprodukte aus den umgebenden Mesodermaschichten oder den Kopfplatten von REMAK, wogegen die Iris und auch die Hornhaut wesentlich als Neubildungen anzusehen sind, welche uranfänglich vor der Linse fehlen und aus dem am Rande der secundären Augenblase befindlichen Theile der Kopfplatten zu einer Zeit sich hervorbilden, in welcher die letzteren noch nicht deutlich in *Sclera* und *Chorioidea* zerfallen sind. An der Bildung der Iris betheiligt sich auch der vordere Rand der secundären Augenblase und liefert derselbe mit seinen beiden Blättern das Irispigment.

Allgemeines.

Gehen wir nun zu Einzelnheiten über und betrachten wir zuerst die Entwicklung der *Cornea*. Am einfachsten gestalten sich die Verhältnisse beim Hühnchen. Wie wir oben schon sahen, nimmt bei den Vögeln die Linse bei ihrer Abschnürung keinen Theil des mittleren Keimblattes mit (Fig. 182) und ist daher auch die ebengebildete Linse nur vom Ectoderma bedeckt (Fig. 183). In diesem Falle reicht das mittlere Keimblatt nur bis an den Rand der secundären Augenblase heran und besitzt somit vor der Linse eine kreisförmige Unterbrechung oder Lücke. Dieser Zustand dauert jedoch nicht längere Zeit, denn schon am

Hornhaut.

4. Tage beginnt das Mesodermagewebe zwischen Linse und Ectoderma hereinzuwachsen (Fig. 195), um bald zu einer vollständigen Zwischenschicht zwischen diesen Theilen sich zu gestalten, bei welchem Vorgange die Grundsubstanz des Mesoderma an beiden Seiten der Corneaanlage in Gestalt structurloser Lagen auftritt, von denen die distale stärker ausgebildet ist.

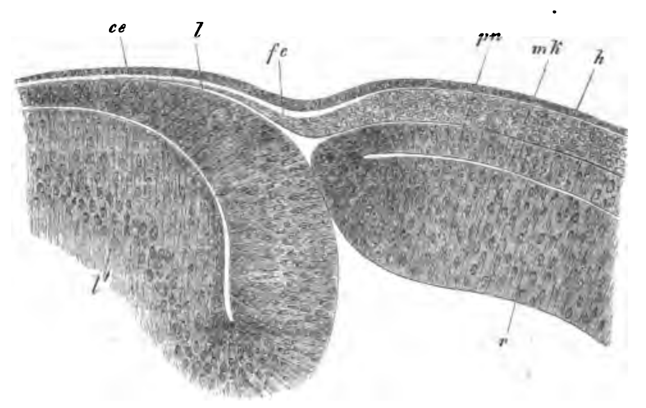


Fig. 195.

Hornhaut der Säugethiere.

Die Entwicklung der Hornhaut der Säugethiere zeigt folgende Stufen. Während vor der Linsenbildung eine dünne Mesodermaschicht zwischen der primären Augenblase und dem Ectoderma ihre Lage hat, tritt während der Abschnürung der Linse ein Zustand ein, in dem vielleicht während einer ganz kurzen Zeit unmittelbar vor der Mitte der Linse eine Mesodermalage fehlt. Sofort entwickelt sich diese auch hier, und ist die abgeschnürte Linse wiederum von einer dünnen Lage Mesoderma bedeckt, welche in erster Linie die Anlage der Pupillarhaut ist, jedoch offenbar auch die ersten Lineamente der Hornhaut in sich schliesst. In weiterer Entwicklung verdickt sich die erste gemeinschaftliche Anlage der Pupillarhaut und der Hornhaut rasch (Fig. 196), vielleicht unter Mitbetheiligung von Einwanderungen von Zellen vom Rande her, und scheidet sich dann in zwei Lagen (Fig. 193), von denen die eine ganz dünne, gefässreiche die Pupillarhaut und die andere die bleibende Horn-

Fig. 195. Vorderster Theil der Augenanlage eines Hühnerembryo von 4 Tagen. Vergr. 216mal. *l* Vordere Wand der Linsenblase; *l'* hintere Wand derselben oder Linse, nicht ausgezeichnet; *ce* Epithel der Cornea; *fc* Faserlage der Cornea, Fortsetzung des um die secundäre Augenblase gelegenen mittleren Keimblattes *mk*, mit einer an der Aussenseite gelegenen hellen Lage von Grundsubstanz (KESSLER's *Cornea propria*); *h* Ectoderma; *r* distale Wand der secundären Augenblase (Retina); *pn* proximale Wand derselben (*Pigmentum nigrum*).

haut ist, und noch später tritt dann zwischen diesen beiden Schichten eine Spaltlücke mit endothelialer Auskleidung, die vordere Augenkammer, auf, die somit wie ein seröser Spaltraum entsteht und zu der Zeit deutlich wird, in der die ersten Spuren der Iris erscheinen.

Vordere Augenkammer.

Bei menschlichen Embryonen ist die Faserhaut in der Mitte des zweiten Monates deutlich und bestimmt vorhanden, während ich bei einem 4 Wochen alten Embryo dieselbe nicht zu erkennen vermochte. Am Ende des 2. und in der ersten Hälfte des 3. Monates sind jedoch der vordere und der hintere Abschnitt der Faserhaut noch vollkommen gleich beschaffen und wird der erstere nicht vor dem Ende des dritten oder dem Anfange des vierten Monates durchsichtig, von welchem Zeitpunkte an die wahre Cornea gegeben ist. Um diese Zeit ist auch die Hornhaut stark gewölbt, was später nach und nach sich verliert, und was ihre Dicke anlangt, so ist dieselbe erheblich grösser als bei der *Sclera* und findet sich auch noch bei Neugeborenen so, bei denen sie, wie längst bekannt (Petit), selbst absolut dicker ist als beim Erwachsenen. Die Descemet'sche Haut will Donders bei 2—3monatlichen Embryonen gesehen haben (Niederl. Lancet. 1851 p. 47). Bei Neugeborenen bestimmte ich ihre Dicke auf 3,8—4,3 μ.

Hornhaut des Menschen.

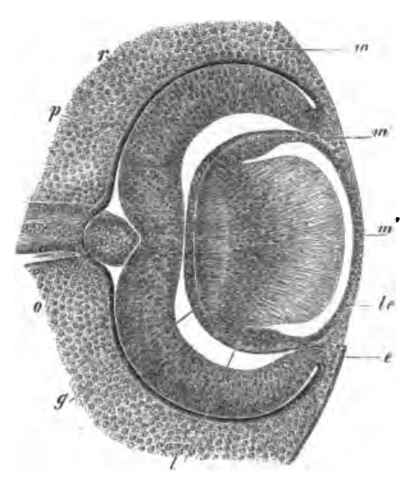


Fig. 196.

Mit Bezug auf die Gefässe der fötalen Hornhaut fehlen ausgedehntere Untersuchungen. Nach einer alten Beobachtung von Henle und J. Müller wird angenommen, dass dieselben beim menschlichen Fötus und bei Säugern entwickelter seien als später. Es hat sich jedoch für die Säugethiere gezeigt, dass auch erwachsene Geschöpfe sehr ent-

Gefässe der Cornea.

Fig. 196. Horizontalschnitt durch das im Aequator 0,79 mm messende Auge eines Kaninchens von 14 Tagen. Vergr. etwa 62mal. *o* Opticus mit dem scheinbaren Querschnitte seiner oberen Wand an der Zutrittsstelle zur Netzhaut; *p* *Pigmentum nigrum;* *r* Retina; *m* Mesoderma neben der secundären Augenblase; *m'* Mesoderma zwischen Linse und Rand der secundären Blase in das Innere des *Bulbus* sich hineinerstreckend; *m''* Mesodermalage vor der Linse; *l* Linse; *le* vordere Wand der Linsenblase oder Linsenkapselepithel; *e* Ectoderma, welches die ganze Augenanlage bedeckt; *g* Glaskörper. Die Lücke zwischen Glaskörper und Retina ist Kunstproduct und vor allem durch Schrumpfen des Glaskörpers entstanden.

wickelte Hornhautgefässe besitzen (m. Mikr. Anat. II 2. S. 622), und was den Menschen anlangt, so kann ich wenigstens von Neugeborenen sagen, dass ihre Hornhaut auch gefässarm getroffen wird.

Sclera. Die *Sclerotica* entwickelt sich aus den das Auge umgebenden Kopfplatten, deren Gewebe in der Nähe der secundären Augenblase nach und nach sich verdichtet und mit einem innern Theile zur Aderhaut, mit einem äussern zur *Sclera* wird. Letztere entwickelt sich sehr langsam und zeigt lange Zeit hindurch keine scharfen Begrenzungen nach aussen (Fig. 193), was daher rührt, dass, wie AMMON zuerst angegeben hat, ihr Dickenwachsthum durch äussere Auflagerungen zu Stande kommt, die in einer mittleren Ringzone beginnen und von da nach vorn und hinten weiter schreiten. Doch ist die *Sclera* am Ende der Fötalperiode in der Nähe der *Cornea* noch auffallend dünn (Fig. 194, 197), ebenso in der Nähe des Sehnerven besonders nach hinten und lateralwärts an einer Stelle, welche nach AMMON schon im 3. Monate deutlich ist und die von ihm sogenannte *Protuberantia scleralis* bildet.

Tunica vasculosa oculi. Die Gefässhaut des Auges ist in ihrem bindegewebigen Theile eine Abzweigung der primitiven Faserhaut oder der mesodermatischen Hülle des Auges und entsteht zu der Zeit, in welcher auch die Gefässe des Glaskörpers und der Linsenkapsel sich bilden, und zwar legt sich zuerst die *Choriocapillaris* an in Gestalt einer dünnen gefässhaltigen Schicht, welche die eben gebildete secundäre Augenblase umhüllt und von Anfang an mit der Pupillarhaut und auch mit dem Glaskörper zusammenhängt und einen Theil der oben besprochenen gefässhaltigen Hülle bildet (welche die Linse und auch die gesammte secundäre Augenblase umschliesst), jedoch ihr Blut nicht aus der *Arteria centralis retinae* (*A. capsularis*), sondern aus den *Arteriae ciliares* bezieht.

Iris. Während die *Tunica vasculosa oculi* in ihrem der secundären Augenblase anliegenden Theile lange keine weiteren Veränderungen zeigt, beginnt der am Rande dieser Blase gelegene, an die Pupillarhaut angrenzende Abschnitt bald sich zu verändern. Und zwar bildet sich hier wie eine Wucherung der gefässführenden Lage, die zwar anfänglich, ebenso wie die ganze Schicht von der Anlage der Sclera und Cornea nicht scharf sich abgrenzt (Fig. 193), später jedoch, sobald die vordere Augenkammer entstanden ist, im Winkel derselben wie einen Ringwulst bildet (Figg. 194, 197, 198), der einerseits unmerklich in die *Membrana pupillaris* übergeht, anderseits aber auch in die äussere Gefässhaut sich fortsetzt und zugleich zwischen Linse und secundärer Augenblase mit dem Glaskörper zusammenhängt. Dieser Ringwulst (Fig. 198 *i*) ist die erste Andeutung der Iris, die somit nicht als eine freie Platte von der Gefässhaut nach vorn vorwächst, sondern von Hause aus mit der

Pupillarhaut verbunden ist und anfangs nur wie eine Verdickung derselben erscheint. Im weiteren Verlaufe wächst nun die Irisanlage nach vorn und nimmt bald die Form einer Platte an und zugleich folgt ihr auch der Rand der secundären Augenblase mit seinen beiden Schichten, welche gleichzeitig sich verdünnen und wie einen doppelschichtigen Zellenbeleg der Iris darstellen. So entsteht der Zustand, den die Fig. 198 wiedergiebt, in welchem die Irisanlage nun schon bestimmt hervortritt, jedoch eines freien Randes immer noch ermangelt, vielmehr ganz allmälig sich zuschärfend in die Pupillarhaut übergeht und in diesem Verhältnisse während des ganzen Fötallebens verharrt, auch nachdem sie noch breiter geworden ist.

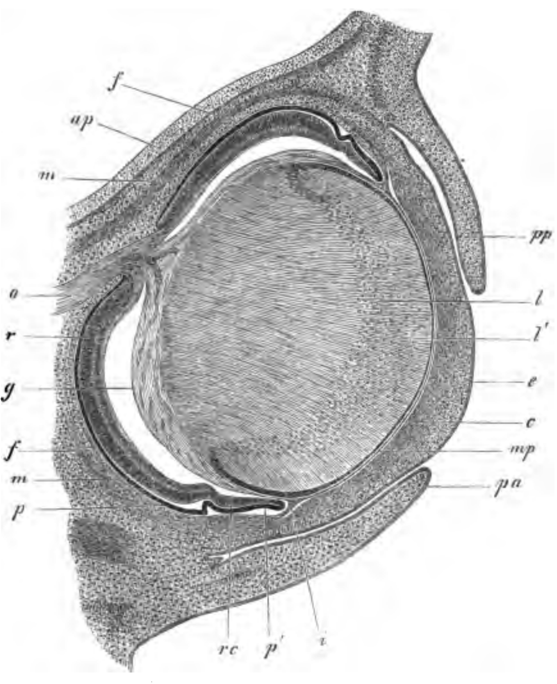


Fig. 197.

Das Irispigment entsteht, wie KESSLER zuerst gezeigt hat, aus einer Wucherung des vorderen Randes der secundären Augenblase, welche mit ihren beiden Blättern auf die Iris sich fortsetzt und auch im distalen Blatte sich pigmentirt, von welchem Vorgange die Fig. 198 die ersten Andeutungen zeigt.

Weitere Umbildungen der Aderhaut. *Corpus ciliare.*

Ich wende mich nun wieder zur Aderhaut. Das *Corpus ciliare* tritt geraume Zeit nach dem ersten Erscheinen der Iris auf, und beruht seine

Fig. 197. Horizontalschnitt durch das Auge eines 18 Tage alten Kaninchens. Vergr. 30mal. *o* Opticus; *a p Ala parva*; *m, m Musculi recti; o i Obliq. inferior*; *p Pigmentum nigrum; r* Retina; *f* Anlage der *Sclera* und *Chorioidea; r c Pars ciliaris retinae; p'* vorderer Rand der secundären Augenblase oder Anlage des Irispigmentes; *g* Glaskörper, durch Schrumpfen von der Retina abgehoben, ausser hinten, wo die *Art. capsularis* als Fortsetzung der *Art. centralis retinae* erscheint; *i* Iris; *mp Membrana pupillaris; c* Cornea mit Epithel *e; p a Palpebra superior*; *p p Palpebra inferior*; *l* Linse 1,45 mm breit; *l'* Linsenepithel.

Bildung auf einer Wucherung der *Tunica vasculosa* dicht hinter der Iris, an welcher auch die secundäre Augenblase Antheil nimmt, indem sie mit ihren beiden Lamellen, von denen jedoch die distale sich nicht pigmentirt, entsprechend den gefässhaltigen Fortsätzen der *Tunica vasculosa* ebenfalls sich faltet. Hierdurch sondert sich am *Corpus ciliare* die Aderhaut ziemlich früh von der Sclera, während eine solche Trennung im hinteren Abschnitte der Haut nur sehr langsam sich entwickelt.

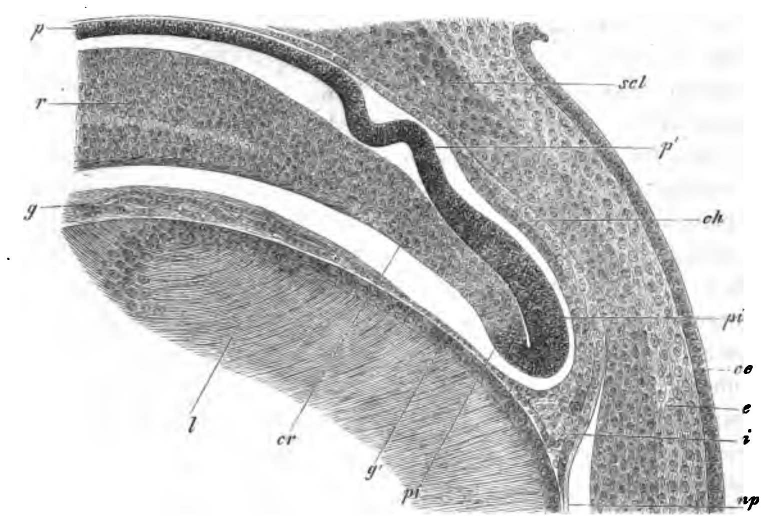


Fig. 198.

Pigmentum nigrum.

Das schwarze Augenpigment entwickelt sich, wie ich vor Jahren gezeigt, aus der proximalen Lamelle der secundären Augenblase und hat man daher vorgeschlagen, diese Lamelle ohne weiteres zur Retina zu ziehen und Retinapigment zu nennen (Babuchin). Wenn man jedoch erwägt, welche Schicksale die verschiedenen Theile der secundären Augenblase erleiden, so ergiebt sich, dass mit so einfachen Bezeichnungen nicht auszukommen ist. Ich theile die secundäre Augenblase in

Fig. 198. Ein Theil des Auges der Fig. 197 125mal vergrössert. *scl* Sclera; *ch* Chorioidea; *p Pigmentum nigrum* (Retinapigment); *p'* Pigment der späteren Ciliarfortsätze; *pi* Irispigment vordere Lamelle; *pi'* Irispigment hintere Lamelle; *cr Pars ciliaris retinae*; *r* Retina; *g C. vitreum*; *g'* Verbindung desselben mit *i* der Irisanlage und *np* der *Membrana pupillaris; ce Epithelium corneae; l* Linse; *c* Cornea mit zwei Schichten, von denen die hintere in die Sclera, die vordere in die *Conjunctiva scleroticae* übergeht. Die Lücken zu beiden Seiten des vorderen Randes der secundären Augenblase sind Kunstproducte. Die Lücke medianwärts der Irisanlage ist die vordere Augenkammer.

erster Linie in zwei Theile, einen nervösen, die Retina, und einen indifferenten, den ich den epithelialen heissen will. Dieser letztere zerfällt a) in die pigmentirte Doppellamelle, die die Iris überzieht, das Irispigment, b) in die Doppellamelle, die die *Corona ciliaris* bekleidet, an der ein pigmentirter proximaler von einem nicht gefärbten distalen Theile, der *Pars ciliaris retinae*, zu unterscheiden ist, und c) in das Retinalpigment, das dem nervösen Theile der Augenblase anliegt. Da nun dieser Theil physiologisch unstreitig zur Retina gehört, so kann man von diesem Gesichtspunkte aus die secundäre Augenblase auch in zwei Abschnitte theilen, einen hinteren, die Retina und das Retinalpigment, der in unmittelbarster Beziehung zum Acte des Sehens steht, und in einen vorderen mehr untergeordneter Natur, der die *Corona ciliaris* und Iris bekleidet. Dieser letzte Theil lässt sich nun aber bei der Beschreibung des Auges nicht wohl von den Theilen sondern, denen er aufliegt, und halte ich es somit für das Zweckmässigste, den gesammten epithelialen Theil der secundären Augenblase zusammen mit der *Vasculosa oculi* zu beschreiben.

Tunica vasculosa des Menschen.

In Betreff der Entwicklung der *Tunica vasculosa oculi* des Menschen merke ich Folgendes an: Das schwarze Augenpigment sah ich in seiner allerersten Anlage bei einem menschlichen Embryo von 4 Wochen, bei dem die Linse eben abgeschnürt aber noch hohl war und zwar in den innersten Theilen der proximalen Lamelle und nur in den vordersten Theilen der secundären Blase. — Das *Corpus ciliare* und die Iris bilden sich am Ende des zweiten und im Anfange des dritten Monates und ist letztere Haut, entgegen den bisherigen Angaben, von Anfang an gefärbt. Bei einem Embryo von $3^1/_2$ Monaten ist die Iris nicht breiter als 0,021 mm, hellbraun, die *Processus ciliares* dagegen schon recht gut ausgebildet, von tiefschwarzem Pigment bedeckt und ausserdem von einer hellen Zellenschicht (*Pars ciliaris retinae*) von 0,035 mm Dicke überzogen, die scheinbar aus 4—5 Zellenreihen besteht. Dann folgt eine sehr deutliche *Limitans* und nach innen davon eine feinfaserige *Zonula*, die jedoch nicht den Eindruck einer Membran macht. Im fünften Monate misst die Iris 0,058 mm, die *Corona ciliaris* von der *Ora serrata* an 0,50—0,57 mm, die Höhe der *Processus ciliares* 0,12—0,18 mm und deren Breite 0,10—0,12 mm, die *Pars ciliaris retinae*, die jetzt einschichtig mit verlängerten Zellen erscheint, 0,016 mm. Das Pigment ist an der *Corona ciliaris* schwärzer als an der Iris und hinter der *Ora serrata*, und am dunkelsten auf den Ciliarfortsätzen. Am Ende der Schwangerschaft ist die Aderhaut noch ganz dünn, aber deutlich als besondere Membran zu erkennen, obschon sie des äusseren Pigmentes noch ganz entbehrt. Die Elastica ist ganz gut entwickelt und an den Pigmentzellen sehr leicht zu sehen, dass dieselben sehr verschieden gross und in auffallen-

der Vermehrung begriffen sind, indem viele derselben zwei Kerne besitzen.

Chorioidalspalte.

Eine bemerkenswerthe und vielbesprochene Erscheinung ist die sogenannte Chorioidealspalte. Es zeigt nämlich die Chorioidea bei jungen Embryonen aller Wirbelthiere und auch des Menschen an der untern innern Seite einen eigenthümlichen, nicht pigmentirten Streifen, welcher vom Pupillarrande bis zum Opticuseintritte verläuft und beim Menschen in der 6.—7. Woche, beim Hühnchen vom 9. Tage an schwindet. Dieser Streifen ist, seit durch SCHÖLER vom Hühnchen und durch mich beim Menschen die Augenblasenspalte nachgewiesen und von mir auch gezeigt worden ist, dass die äussere Lamelle der secundären Augenblase die Pigmentschicht der Aderhaut liefert, leicht zu deuten und ist derselbe, wie in der ersten Auflage m. Entwicklungsg. bereits nachgewiesen wurde, nichts anderes als eine nach dem Schlusse der Augenblasenspalte noch eine Zeit lang bestehende Lücke der Pigmentschicht, welche später vergeht. Das heisst es bleibt nach dem Verwachsen der Spalte, wobei die beiden Lamellen der Augenblase ebenso verwachsen, wie das Medullarrohr und das Hornblatt beim Schlusse der Rückenfurche, die Nahtstelle des äusseren Blattes noch eine Zeit lang ohne Pigment. Diesem zufolge besitzt die Chorioidea selbst keine Spalte, sondern nur die Retina und die Pigmentschicht, und können die pathologischen Spaltbildungen der Aderhaut und Sclera nur in sofern aus fötalen Bildungen erklärt werden, als ein nicht stattfindender Verschluss der fötalen Augenspalte auch eine mangelhafte Ausbildung der Aderhaut und Sclera nach sich ziehen kann. In ähnlicher Weise können auch Irisspalten (*Coloboma iridis*) enstehen, wogegen die Irisspalte bei regelrecht stattgehabtem Verschlusse der Augenspalte eine ganz und gar pathologische Bildung ist und in der Entwicklungsgeschichte der Theile keine Erklärung findet.

§ 34.

Netzhaut.

Die Netzhaut geht, wie schon zu wiederholten Malen hervorgehoben wurde, aus einem Theile der distalen (vorderen) Lamelle der secundären Augenblase hervor. Anfangs überall ziemlich gleich dick, erleidet später ihr vorderer Theil, der dem epithelialen Abschnitte der secundären Augenblase angehört, eine immer stärker werdende Verdünnung und gestaltet sich 1) zu der sogenannten *Pars ciliaris retinae* oder der farblosen, die *Corona ciliaris* von der *Ora serrata* an überziehenden Zellen-

lage und 2) zu der tiefen Pigmentlage des Irispigmentes, die anfangs, ebenso wie die Netzhaut selbst, scheinbar aus mehrfachen Zellenschichten besteht, später jedoch in eine einfache Zellenlage sich umbildet.

Retina des Menschen.

Von den gröberen Verhältnissen der Netzhaut des Menschen erwähne ich noch Folgendes. Indem die Retina rascher wächst als die übrigen Augentheile, schlägt sie schon im zweiten Monate nach innen Falten. Zuerst scheint eine Falte an der unteren Seite des Sehnerven aufzutreten, zu der sich dann aber bald noch zahlreiche andere gesellen, welche vorzugsweise im Grunde des Auges stehen. Gegen das Ende des embryonalen Lebens verschwinden nach und nach diese Falten wieder und beim Neugeborenen ist die Haut ganz glatt, wie beim Erwachsenen. Der gelbe Fleck fehlt beim Embryo und ist selbst bei Neugeborenen noch nicht sichtbar.

Entwicklung des Sehnerven.

Wir wenden uns nun zur Entwicklung des Sehnerven. Der hohle Augenblasenstiel steht während der kurzen Zeit, in der nur eine schwache Linseneinstülpung, aber noch keine Glaskörperanlage sich findet, nur mit dem proximalen Theile der in erster Entwicklung begriffenen secundären Augenblase in Verbindung. So wie dann aber die Glaskörperbildung beginnt und die eigentliche secundäre Augenblase entstanden ist, findet man, dass der Augenblasenstiel nun auch mit der distalen oder vorderen Lamelle der secundären Blase verbunden ist, was einfach daher rührt, dass bei der Entstehung der secundären Blase nicht nur die distale Hälfte der primären Blase an die proximale, sondern auch von der Insertion des Augenblasenstieles an nach vorn, die untere Wand derselben an die obere gedrängt wird. Den so entstandenen Zustand kann man mit LIEBERKÜHN auch so beschreiben, dass man sagt, es hänge die obere Hälfte des Augenblasenstieles mit der proximalen und dessen untere Hälfte mit der distalen Lamelle der secundären Augenblase zusammen, welchem Verhalten zufolge die Verbindung wenigstens eines Theiles des Augenblasenstieles mit der Retina eine ganz primitive ist.

Während der Entstehung der secundären Augenblase wird bei Säugethieren auch der Augenblasenstiel oder der primitive Opticus in einer gewissen Ausdehnung eingestülpt und dessen untere Wand an die obere gedrängt, so dass das Ganze einigermassen die Form der Augenblase wiederholt und eine nach unten offene doppelblättrige Rinne bildet. Das eingestülpte untere Blatt dieses umgestalteten Augenblasenstieles steht mit dem eingestülpten distalen Blatte der Augenblase in Verbindung, das obere mit dem proximalen pigmentirten Blatte und die anfänglich noch vorhandene Höhlung des primitiven Opticus mündet in den Rest der Höhlung der primitiven Augenblase. Hervorgerufen wird

diese Einstülpung durch das gleichzeitig mit der Glaskörperbildung auch hier in Form eines kurzen Blattes einwuchernde Mesoderma, in welchem die *Arteria centralis retinae* sich bildet. Auch beim Hühnchen wird, wie wir oben sahen, der primitive Opticus, jedoch nur in nächster Nähe der Augenblase, eingestülpt. Eine *Arteria centralis retinae* fehlt jedoch hier ganz und gar.

In weiterer Umwandlung wird der primitive Opticus, der von Anfang an den Bau der Medullarplatte der Hirnwand und der Augenblase besitzt und somit aus scheinbar geschichteten, radiär gestellten Zellen besteht, sowohl in seinem eingestülpten, als in dem nicht eingestülpten längeren Theile durch Wucherungen seiner Wände solid, und gleichzeitig hiermit verbindet sich auch der Theil des Opticus, der bisher mit dem Pigmentblatte vereint war, nachdem die Höhle der primitiven Augenblase ganz geschwunden ist und indem die Pigmentbildung am Opticus sich begrenzt, mit der Anlage der Retina, so dass nunmehr der ganze Nerv mit der distalen Wand der Augenblase zusammenhängt. Während dies geschieht, treten zugleich auch die Sehnervenfasern auf und gestalten sich, nachdem sie einmal angelegt sind, folgendermassen (Fig 199). Hinter und über dem in seinem Anfange immer noch hohlen Opticus oder dem Augenblasenstiele tritt aus dem unteren Seitentheile eines jeden *Thalamus opticus* ein starkes Bündel feinster kern- und zellenfreier Nervenfasern auf, der *Tractus opticus*, der an der Basis des Zwischenhirns in fast querem, nur wenig schief nach vorn gerichtetem Verlaufe dem andern entgegenzieht, in der Mittellinie mit demselben unter vollständiger Durchflechtung der Fasern sich kreuzt und sich dann zum Augenblasenstiele der anderen Seite begiebt. In diesen treten die Fasern des *Tractus opticus* (Fig. 199 *to*) von hinten und oben her ein und erfüllen denselben, soweit er noch hohl ist, anfangs nur in den oberflächlichen Theilen, im weiteren Verlaufe dagegen, da wo der Stiel solid geworden ist, auch im Innern in seiner ganzen Dicke und Breite, welcher Vorgang etwas später auch am Anfange des Augenblasenstieles eintritt, der nach und nach vom Auge nach der Hirnbasis fortschreitend ebenfalls seine Höhlung verliert und ganz mit Opticusfasern sich erfüllt. Ist der *Nervus opticus* so angelegt, so zeigt er eine sehr zierliche Structur. Derselbe besitzt erstens eine mässig dicke äussere Hülle von concentrisch gelagerten platten Mesodermazellen mit Zwischensubstanz und im Innern radiär gestellte, zellige Elemente, welche so untereinander verbunden sind, dass sie ein zartes Fächerwerk bilden, dessen Lücken der Länge nach verlaufen. In den Lücken dieses Fachwerkes stecken einmal eine grosse Anzahl kleiner, 7—15 μ dicker Bündel feinster, kern- und zellenloser Opticusfasern, und zweitens zahlreiche, in Längsreihen angeordnete

Zellen, die mit den radiär gestellten Elementen zusammenhängen und das Gerüst vervollständigen helfen, welches die Nervenfasern trägt. Mit diesem Baue gelangt der *Nervus opticus* an den *Bulbus*, dringt durch die Pigmentschicht durch bis an die innere Oberfläche der Retina und strahlt von hier aus in die Netzhaut aus, indem an der Eintrittsstelle in der Regel eine leicht trichterförmige Vertiefung, aber meinen Erfahrungen zufolge typisch keine grösseren Faltenbildungen oder Erhebungen

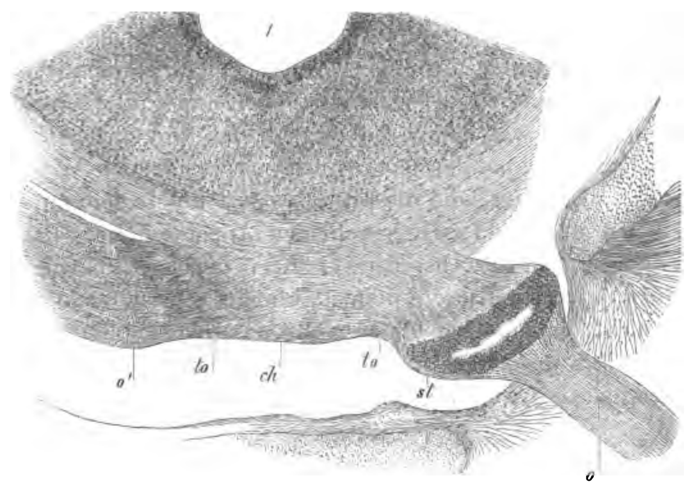


Fig. 199.

am Rande der Vertiefung vorhanden sind (Fig. 194). An dieser Eintrittsstelle gehen alle zelligen Elemente der Stützsubstanz des Nerven bis zur innern, an die *Limitans* angrenzenden Oberfläche desselben und verbreiten sich von hier aus noch etwas über den Bereich des Durchmessers des Opticus, um dann ganz und gar zu verschwinden. Somit bleibt zur Ausstrahlung in die Netzhaut nichts übrig als die vom *Tractus opticus*

Fig. 199. Horizontalschnitt durch den tiefsten Theil des 3. Ventrikels und des *Chiasma opticorum* von einem Schweineembryo von 33 mm, fast 10mal vergrössert. *ch Chiasma; to* aus dem *Chiasma* hervortretendes Ende des *Tractus opticus* mit Fasern ohne Zellenbeimengung; *st* Rest des hohlen Augenblasenstieles, der oberflächlich von den Fortsetzungen der Fasern des *Tractus opticus* durchzogen ist; *o* Opticus von einer kernhaltigen Stützsubstanz durchzogen, deren Kerne die Punktirung bewirken; *o'* Opticus der anderen Seite, an welcher der Augenblasenstiel durch den etwas schief verlaufenden Schnitt entfernt ist. Vor dem *Chiasma* sieht man rechts das knorpelige *Sphenoidale anterius*, dann folgt das *Foramen opticum* und rechts vom Opticus die *Ala parva; t Ventriculus tertius* tiefster Theil, dessen Wand hinter dem *Chiasma* und zum Theil auch inmitten der zelligen Substanz Commissurenfasern enthält.

abstammenden Bündel kernloser feinster Fäserchen, und solche sind es nun in der That, die an der Aussenseite des Glaskörpers und der *Limitans primitiva* als oberflächlichste Lage der Netzhaut weiter ziehen und bis zum vorderen Ende der eigentlichen Nervenhaut sich verfolgen lassen.

Den angegebenen Thatsachen zufolge wächst 1) der *Nervus opticus* mit kernlosen feinsten Fäserchen (Axencylindern) aus der grauen Substanz des Zwischenhirns bis in die Netzhaut, 2) bildet sich der fötale Augenblasenstiel in indifferente Stützsubstanz um. Es ist demnach der *Nervus opticus* fürderhin nicht mehr als ein Nerv im gewöhnlichen Sinne, sondern als ein Hirntheil zu betrachten, ebenso wie die secundäre Augenblase und alles was daraus hervorgeht. Ich vergleiche den *Tractus opticus* und das *Chiasma* den *Radices nervi olfactorii*, den *Nervus opticus* dem *Tractus olfactorius*, und die primitive Augenblase dem *Bulbus olfactorius*. Der Unterschied zwischen beiden Apparaten liegt darin, dass die Nervenfasern im Geruchsorgane als *Nervi olfactorii* über den Bereich des Gehirns in das mittlere Keimblatt hineinwachsen, beim Sehorgane dagegen nicht, indem ihre Endapparate aus der Medullarplatte selbst sich bilden. Diese letztere Anordnung ist offenbar eine einfachere als die andere und darf wohl auch als eine primitivere Einrichtung bezeichnet werden.

§ 35.

Nebenorgane des Auges.

Augenlider.

Die Augenlider entwickeln sich, nachdem die Hornhaut sich gebildet hat, als Falten der den Augapfel umgebenden Haut und zwar ungefähr in der Gegend des Aequators des *Bulbus* oder selbst hinter demselben (Figg. 193, 194, 197). Anfänglich aus gleichartigem Mesodermagewebe mit einem Ectodermaüberzuge bestehend, sondern sie sich langsam in eine mittlere festere und zwei oberflächliche lockerere Lagen, von denen jene später den *Musculus orbicularis palpebrarum*, den *Tarsus* und die Meibom'schen Drüsen in sich erzeugt, während die andern zur Haut und Bindehaut sich gestalten. Verfolgt man die Bindehaut der Augenlider auf den Augapfel, so findet man, dass dieselbe in eine lockere Mesodermaschicht übergeht, die den vordersten Theil der *Sclera* bekleidet und dann unmittelbar in die oberflächlichsten Hornhautschichten sich fortsetzt, die in vielen Fällen deutlich durch eine grössere Helligkeit und minder dichtes Gefüge von der Hauptmasse der Haut sich unterscheiden, welche letztere rückwärts in die *Sclera* übergeht (Fig. 194).

Ich betrachte die beiden zuletztgenannten Lagen als *Conjunctiva corneae* und *scleroticae* und nehme mit andern an der *Cornea* einen cutanen und einen scleralen Theil an, die jedoch nicht scharf gesondert sind.

Als *chorioidealer* Theil der *Cornea* lässt sich die *Membrana pupillaris* bezeichnen, die ja ursprünglich, vor der Bildung der vorderen Augenkammer, mit der Hornhaut untrennbar zusammenhängt.

Wie man schon längst weiss, schliesst sich in einem gewissen Zeitpunkte des embryonalen Lebens, beim Menschen im 3.—4. Monate, die Augenlidspalte und tritt hierbei keine Verklebung ein, wie man früher annahm, sondern eine wirkliche Verwachsung der Epithelien beider Augenlidränder, so dass die Hornschicht derselben ein ungetheiltes Ganzes bildet.

Während dieser Verwachsung entwickeln sich beim Menschen von der Nahtstelle aus in typischer Weise die Augenwimpern und die Meibom'schen Drüsen und bedingt möglicherweise das Hervortreten der Haare aus ihren Bälgen und des Secretes der genannten Drüsen die spätere Lösung der Lider, die beim Menschen meist vor der Geburt eintritt, doch bemerke ich, dass bei Kaninchen von 23 Tagen an der Nahtstelle des Lides noch keine Spur solcher Bildungen wahrzunehmen ist, obschon die Haut der Lider viele Haaranlagen besitzt.

Thränendrüsen.

Die Thränendrüsen entstehen nach Art der Speicheldrüsen als anfänglich solide Wucherungen des Epithels der *Conjunctiva* und fällt beim Menschen ihre Bildung in den dritten Monat, um welche Zeit ihre anscheinend soliden Endigungen bis zu 0,1 mm messen und bereits eine sehr deutliche mesodermatische Hülle haben.

Thränenkanal.

In Betreff des Thränenkanals hat man bis jetzt seit Coste allgemein angenommen, dass derselbe keine Ausstülpung der Mundrachenhöhle sei, wie v. Baer seiner Zeit behauptete, sondern anfänglich in Gestalt einer Furche zwischen dem äusseren Nasenfortsatze und dem Unterkieferfortsatze auftrete und dann in zweiter Linie zu einem Kanale sich schliesse. Born dagegen behauptet für die Amphibien, dass der Thränengang durch Einwachsung und Abschnürung eines Epithelstreifens von der Nase bis zum Auge hin sich bilde, der dann ein *Lumen* bekomme und sich mit der Nasenhöhle in Verbindung setze, während beim Hühnchen eine solche epitheliale Wucherung vom Grunde der Thränenfurche aus entstehe. Der neueste Autor, Ewetsky, nähert sich mehr der bisherigen Auffassung, indem er bei den Säugethieren den Grund der Thränenfurche selbst zum Thränenkanale sich abschnüren lässt, welche Abschnürung allerdings anfänglich ohne Höhlung sei.

Beim Menschen ist der ganze thränenabführende Apparat bereits

im 3. Monate gut entwickelt und hebe ich besonders hervor, dass vom 4. Monate an der Thränengang stark geschlängelt ist und eine Menge Aussackungen besitzt.

B. Gehörorgan.

§ 36.

Allgemeines. Primitives Gehörbläschen und erste Umwandlungen desselben.

Entwicklung des Gehörorgans im Allgemeinen.

Das Gehörorgan entwickelt sich auf den ersten Blick ähnlich wie das Auge und findet man auch bei diesem Organe eine Anlage, die vom Ectoderma ausgeht, dann einen Theil, welchen das Nervensystem liefert und endlich eine Mitbetheiligung des mittleren Keimblattes; es zeigen sich jedoch bei näherer Betrachtung sehr wesentliche Verschiedenheiten zwischen beiden Sinnesapparaten. Während nämlich das Auge ursprünglich als eine hohle Ausstülpung aus dem Medullarrohre auftritt, zeigt sich, dass der nervöse Theil des Gehörorganes (*Nervus acusticus*, *Ganglion acusticum*) niemals die Form einer hohlen, mit dem Hirnrohre zusammenhängenden Blase besitzt, sondern wie die andern gangliösen Kopfnerven als solide Bildung aus dem Hinterhirne hervorsprosst. Und was die vom äusseren Keimblatte herrührenden Bildungen anlangt, so stimmen dieselben zwar uranfänglich bei beiden Sinnesorganen insofern überein, als sie hier wie dort nach aussen offene blasenförmige Einstülpungen dieses Keimblattes darstellen (Linsenblase, Gehörbläschen), die später sich abschnüren und zu geschlossenen Blasen sich umbilden, dagegen ist die weitere Gestaltung und Verwerthung dieser ectodermatischen Bildungen eine ganz verschiedene, indem die primitive Gehörblase niemals zu einem soliden, der Linse im Auge vergleichbaren Organe sich gestaltet, vielmehr zeitlebens hohl bleibt und in Verbindung mit aufgelagerten Theilen des Mesoderma unter Eingehung mannigfacher morphologischer Umgestaltungen alle wesentlichen Theile des Labyrinthes, d. h. die Vorhofsäckchen, den *Canalis cochlearis* sammt dem *Canalis reuniens*, die *Canales semicirculares membranacei* und den *Aquaeductus vestibuli* liefert. Zu diesen Theilen gesellen sich dann noch die erste Kiemenspalte, Theile der vorderen Kiemenbogen und gewisse Erzeugnisse der Haut dieser Gegend, aus welchen das mittlere und äussere Ohr und die Gehörknöchelchen sich aufbauen.

Primitives Gehörbläschen.

Nach dieser übersichtlichen Schilderung wende ich mich zu einer Darlegung des ersten Auftretens des Gehörbläschens und Hörnerven.

Die erste Entwicklung des primitiven Gehörbläschens anlangend, so zeigen sich beim Hühnchen in der zweiten Hälfte des zweiten Tages zu beiden Seiten des Kopfes, ungefähr der Mitte des Nachhirns entsprechend, zwei seichte, von dem hier verdickten Hornblatte ausgekleidete Grübchen (Fig. 40), welche zusehends tiefer in die Kopfwand sich eingraben, und am Ende des zweiten Tages schon als zwei ziemlich tiefe Gruben mit einer engeren Mündung erscheinen (Fig. 200).

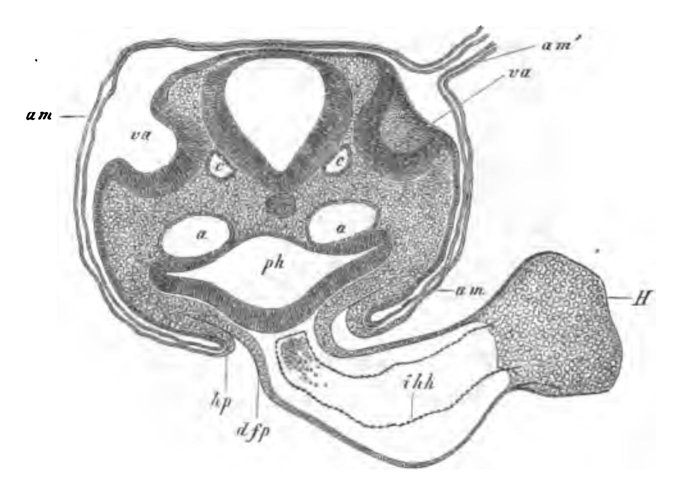


Fig. 200.

Im weiteren Verlaufe werden nun die Gehörgruben bald tiefer und dringen allmälig so weit in den Rücken hinein, dass ihr Grund mit den tiefsten Theilen des Medullarrohres in Einer Höhe steht, während zugleich eine dünne Lage Mesoderma die beiden Theile scheidet und von oben her der aus dem Medullarrohre hervorsprossende *Acusticus* von vorn an die Gehörgrube sich anlegt. Am dritten Tage, an welchem beim Hühnerembryo die Kopfkrümmung rasch sich entwickelt, erkennt man die Ohrbläschen in der seitlichen Ansicht leicht (Fig. 201) und befinden sich dieselben in der Höhe des nun entstandenen zweiten Kiemenbogens und der zweiten Kiemenspalte. Die Oeffnung derselben ist immer noch

Fig. 200. Querschnitt durch den Hinterkopf eines Hühnerembryo der 2. Hälfte des 2. Tages in der Gegend der Gehörgruben (Osmiumpräparat). Vergr. 84mal. *Am* Amnion mit seinen zwei Lamellen; *am'* Amnionnaht, nicht ganz ausgezeichnet auf der rechten Seite des Kopfes gelegen; *va* Gehörgruben weit offen; *a Aortae descendentes; c* Wurzel der *Vena cerebralis inferior; hp* Hautplatte der seitlichen Leibeswand in das Amnion übergehend; *ph* Pharynx; *dfp* Darmfaserplatte des Schlundes in die äussere Herzhaut übergehend und ein hinteres Herzgekröse darstellend; *H* Herz; *ihh* innere Herzhaut (Endothel).

deutlich als eine runde, mehr nach dem Rücken zu gelegene Lücke, doch wird nun dieselbe immer enger und schliesst sich am Ende dieses Brüttages ganz, während zugleich die Bläschen eine leicht birnförmige Gestalt mit dem breiteren Theile nach unten oder vorn annehmen. Am

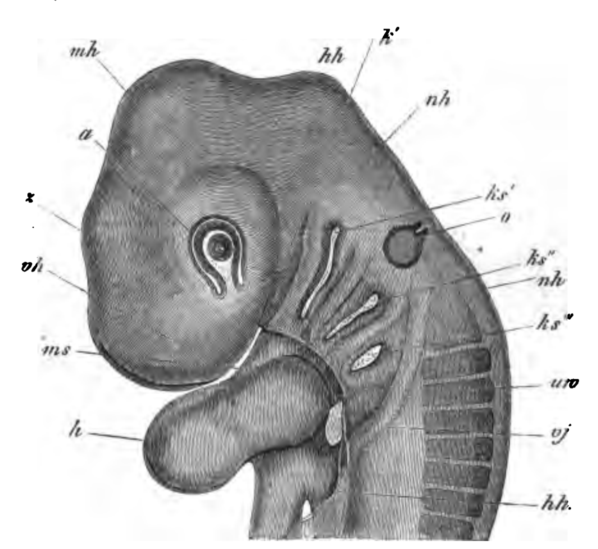


Fig. 201.

vierten Tage sind dieselben ganz abgeschnürt und zeigen nun ausser der vom verdickten Hornblatte herrührenden Wand, die ganz und gar aus mehrschichtigen länglichen Zellen besteht, keine Spur einer anderen Hülle, so dass mithin, gerade wie bei der Linse, auch hier, wenigstens beim Hühnchen, nur die äussere Lage der Haut oder das Epidermisblatt bei der Abschnürung betheiligt erscheint.

Gehörbläschen der Säugethiere,

Bei den Säugethieren ist in neuerer Zeit die Entwicklung des Gehörbläschens genau in derselben Weise gesehen worden wie beim Hühnchen (S. m. Entw. 2. Aufl.).

des Menschen.

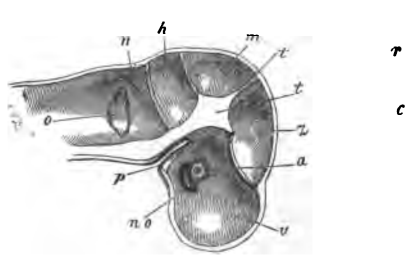
Was dagegen den Menschen anlangt, so kennt man dasselbe nur

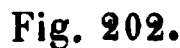
Fig. 201. Vorderer Theil eines Hühnerembryo des 3. Tages. 25mal vergr. *vh* Vorderhirngegend; *z* Zwischenhirngegend; *mh* Mittelhirngegend, Scheitelhöcker; *hh* Hinterhirngegend; *nh* Nachhirngegend, Nackenhöcker; *a* Auge mit Augenspalte, hohler Linse mit noch offener Linsengrube; *o* Ohrbläschen, birnförmig, nach oben noch offen; *ks'*, *ks''*, *ks'''* 1., 2., 3. Kiemenspalte; *ms* Gegend der Mundöffnung; *k'* erster Kiemenbogen (Unterkiefergegend); *uw* Urwirbel; *vj* *Vena jugularis*; *h* Herz; *hh* Schnittrand der entfernten, das Herz bedeckenden vorderen Halswand (Herzkappe).

im bereits abgeschnürten Zustande (Fig. 115), weiss dagegen von seiner ersten Entstehung nichts.

Weitere Umwandlungen des Labyrinth-bläschens.

Wir wenden uns nun zur Schilderung der weiteren Entwicklung des Gehörbläschens. Die erste Veränderung, welche das Bläschen nach seiner Schliessung oder gleichzeitig mit dieser erleidet, ist die, dass es eine deutlich birnförmige oder keulenförmige Gestalt annimmt und dann in zwei Theile, einen unteren mehr rundlichen und einen oberen länglichen Abschnitt, der wie ein Anhang des ersteren erscheint, sich scheidet (Fig. 202), von denen der letztere nichts anderes ist




Fig. 202.

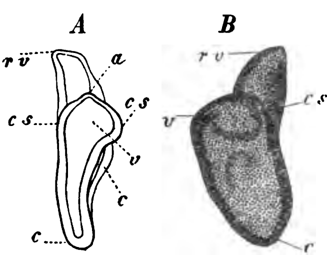


Fig. 203.

als der sogenannte Anhang des Labyrinthes (*Recessus labyrinthi s. vestibuli*) von Reissner, während aus dem andern Theile der Schneckenkanal und die *Can. semicirculares membranacei* sich hervorbilden.

Bei einem 4 Wochen alten menschlichen Embryo fand ich diese Bildungen schon ganz deutlich. Fig. 203 *B* zeigt das Labyrinth der rechten Seite von aussen; *v* ist das primitive Vorhofssäckchen (*Saccus vestibuli*

Fig. 202. Schädel eines vier Wochen alten menschlichen Embryo, senkrecht durchschnitten, von innen und vergrössert dargestellt. *a* unbestimmt durchschimmerndes Auge; *no* hohler platter *Nervus opticus; v, z, m, h, n* Gruben der Schädelhöhle, die das Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn und Nachhirn enthielten; *t* mittlerer Schädelbalken oder vorderer Theil des *Tentorium cerebelli; t'* seitlicher und hinterer Theil des *Tentorium*, jetzt noch zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn gelegen; *p* Ausstülpung der Schlundhöhle, die mit der Bildung der *Hypophysis* in Zusammenhang steht; *o* primitives Gehörbläschen mit einem oberen spitzen Anhange, durchschimmernd.

Fig. 203. Primitives Gehörbläschen eines vier Wochen alten menschlichen Embryo von der rechten Seite, durch Präparation isolirt und vergrössert dargestellt, *A* von hinten, *B* von der Seite und von aussen; *v* primitives Vorhofssäckchen; *rv Recessus vestibuli sive labyrinthi; cs, cs* Anlagen des äusseren halbkreisförmigen Kanales und des *Sacculus rotundus; cc* Spitze vorderer oberer Theil der Schneckenanlage; *a* obere Ausbuchtung am *Vestibulum*, Anlage des verticalen *Can. semicircularis*. Länge des *Recessus vestibuli* 0,29 mm, Breite am breitesten Theile ebensoviel; Länge des *Vestibulum primitivum* sammt *Cochlea* 0,81 mm.

primitivi), das bei *cs* eine rundliche Aussackung, die Anlage des äusseren halbkreisförmigen Kanals zeigt und in dieser Ansicht ohne scharfe Grenzen in den Schneckenkanal *c* übergeht. Nach oben und vorn ragt der bedeutende Vorhofsanhang oder der *Recessus vestibuli* hervor. In der Ansicht von hinten (Fig. 203 *A*) erscheint das Labyrinth etwas abgeplattet, mit leicht medianwärts gebogenem *Recessus vestibuli*, einer deutlicher abgesetzten mit dem Ende lateralwärts gekrümmten Schnecke, d. h. dem *Canalis cochlearis*, und zwei Anlagen halbkreisförmiger Kanäle am Vorhofssäckchen. Wie ich jetzt die Verhältnisse deute, gehört die Ausbuchtung bei *a* dem verticalen halbkreisförmigen Kanale an, die laterale Ausbuchtung *cs* ist der *Canalis semicircularis externus* in erster Anlage und die mediale Hervorwölbung *cs* vielleicht der *Sacculus rotundus*. Von vorn endlich ist die Gestalt im Wesentlichen ebenso, nur erscheint die Schnecke breiter.

Vorhof und halbkreisförmige Kanäle.

In weiterer Entwicklung wird nun das Labyrinth immer zusammengesetzter und sind es vor Allem das primitive Vorhofssäckchen und die halbkreisförmigen Kanäle, welche rasch in neue Gestaltungen übergehen. Was ich vorhin primitives Vorhofssäckchen nannte, ist nicht das bleibende Vorhofssäckchen oder der *Alveus communis s. Utriculus* für sich allein, sondern es enthält dasselbe auch die Anlagen der häutigen halbkreisförmigen Kanäle und des *Sacculus rotundus*. Es bilden sich nämlich am primitiven Vorhofssäckchen im weiteren Verlaufe an den Stellen der späteren Kanäle erst rundliche und dann langgestreckte, faltenartige Erweiterungen oder Aussackungen, die später in ihren mittleren Theilen verwachsen und vom Vorhofssäckchen sich abschnüren. So entstehen kurze, gerade, dem Säckchen, das nun *Alveus communis* heissen kann, dicht anliegende Kanäle, welche dann durch fortschreitendes Wachsthum nach und nach eine grössere Länge, die typische Krümmung und ihre Ampullen gewinnen.

Ein lehrreiches Stadium zeigt die Fig. 204 von einem Hühnerembryo von 4 Tagen. Hier sehen wir vom weitesten Abschnitte *v*, welcher jetzt schon *Alveus communis canalium semicircularium* genannt werden kann, fünf besondere Ausbuchtungen ausgehen. Nach oben und medianwärts erhebt sich der nur auf der rechten Seite sichtbare *Recessus vestibuli av*, der nun schon *Aquaeductus vestibuli* genannt werden kann, dem lateralwärts der weitere *Canalis semicircularis superior ss* zur Seite steht. Unterhalb dieser grösseren Aussackungen befindet sich auf der einen Seite die erste Anlage des *Canalis semicircularis externus se* und demselben gegenüber eine Ausbuchtung, die ich als *Sacculus rotundus* ansehe. Ganz nach der Ventralseite zu und medianwärts erstreckt sich endlich die grösste Abtheilung des Labyrinthes, der Schneckenkanal, an

dem die eine Wand, welcher das *Ganglion* des Schneckennerven *gc* anliegt, erheblich verdickt ist.

Fast ganz auf demselben Stadium findet sich das häutige Labyrinth eines 19 mm langen Rindsembryo (Fig. 205), nur zeigt dasselbe den

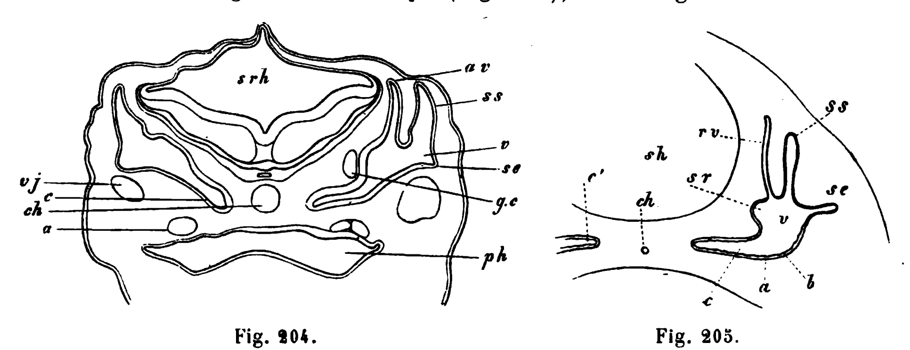


Fig. 204. Fig. 205.

äusseren halbkreisförmigen Kanal *se* weiter entwickelt und in der Abschnürung begriffen, was auch vom oberen Kanale gesagt werden kann. Der *Recessus vestibuli* ist enger und länger, der *Sacculus rotundus* grösser und die Schnecke mehr abgeschnürt. Die weiteren Veränderungen des Labyrinthes habe ich nur an Säugethierembryonen verfolgt und giebt die Fig. 206 eine gute Uebersicht des Labyrinthes eines Schweinsembryo von 3 cm. Hier ist einmal der *Aquaeductus vestibuli a* auf beiden Seiten in seiner ganzen Länge sichtbar und die eigenthümliche Lagerung des oberen Endes desselben, das bis zum *Sinus petrosus superior* hinaufreicht, ausserhalb der nun vorhandenen *Cartilago petrosa* in der Anlage der *Dura mater* drin nicht zu verkennen. Zweitens übersieht man sehr gut die Einmündung des *Aquaeductus* in den *Alveus communis* und in den *Sacculus rotundus s,* doch erscheint diese Stelle noch nicht deutlich als eine gabelige Theilung, wie später. Am *Sacculus s* ist auf beiden

Fig. 204. Querschnitt des Kopfes eines Hühnerembryo vom 4. Tage in der Gegend des Hinterhirns. Vergr. 22mal. *av Aquaeductus vestibuli s. recessus labyrinthi; v Alveus communis can. semicircularium s. vestibulum; se Canalis semicircularis externus; ss Can. semicircularis superior; c Cochlea; gc Ganglion Nervi cochleae; ch* Chorda; *srh Sinus rhomboidalis; vj Vena jugularis: a Aorta descendens; ph* Pharynx.

Fig. 205. Querschnitt durch einen Theil des Schädels und das Labyrinth eines 18,7 mm langen Rindsembryo 30mal vergr. *ch* Chorda in der noch weichen Schädelbasis; *sh* Schädelhöhle; *a* Begrenzung der Höhlung in der Schädelwand, die die epitheliale Labyrinthblase *b* enthält, die an einigen Stellen etwas von der Wand absteht; *v Vestibulum; ss* oberer halbkreisförmiger Kanal; *se* äusserer halbkreisförmiger Kanal; *rv Recessus vestibuli; sr* Anlage des *Sacculus rotundus?; c* Anlage der Schnecke; *c'* Ende der Anlage der Schnecke der anderen Seite.

Seiten das der Schnecke zugewendete Ende spitz ausgezogen und stellt den Anfang des *Canalis reuniens* dar. Der *Canalis superior* c und *externus* e sind bereits gut ausgebildet und von der Schnecke und dem Mittelohre dieser Figur wird später die Rede sein.

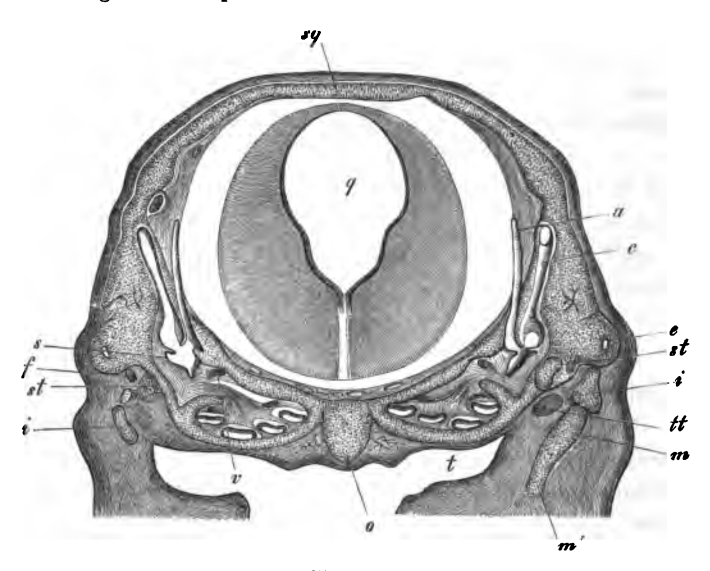


Fig. 206.

Umhüllungen des Labyrinthes.

Bevor wir weiter gehen, wollen wir nun auch der Umhüllungen des Labyrinthes gedenken. Das primitive Ohrbläschen besteht einzig und allein aus dem Hornblatte, und ist nicht im geringsten zu bezweifeln, dass alle bis jetzt geschilderten Veränderungen einzig und allein auf Rechnung von Wachsthumserscheinungen der ursprünglichen epithelialen Membran dieses Bläschens kommen. Haben diese Veränderungen eine gewisse Stufe erreicht, so findet man das Labyrinth in allen seinen Theilen von einer zarten bindegewebigen Membran, und dann von einer äusseren dickeren und festeren Masse umgeben, welche den Seitentheilen der Schädelbasis angehörend (siehe oben) später die Natur eines Knorpels annimmt und zur *Pars petrosa ossis temporum* sich gestaltet.

Fig. 206. Schädel eines Schweinsembryo von 3 cm in der Gehörgegend horizontal durchschnitten, 10mal vergr. *o Occipitale basilare*, zu beiden Seiten die Cochlea; *t Tuba; m Malleus; m' Cartilago Meckelii; i Incus; st Stapes; tt Tensor tympani; v Nervus vestibuli? N. facialis?; q Ventriculus IV; c Can. semicircularis anterior; a Aquaeductus vestibuli; s Sacculus; e Can. semicircularis externus; f Facialis; sq Squama cartilaginea.* Auf der linken Seite ist der *Sinus petrosus superior* quer getroffen sichtbar. In der *Cartilago petrosa* sind auf beiden Seiten Blutgefässe dargestellt.

Aus dem Gesagten wird ersichtlich, dass die epitheliale Blase des primitiven Labyrinthes genau in derselben Weise wie das ebenfalls vom äusseren Keimblatte sich abschnürende Medullarrohr von dem mittleren Keimblatte eine bindegewebige und gefässhaltige Hülle und eine äussere festere, später knorpelige Kapsel erhält. Ja es lässt sich die Vergleichung noch weiter treiben. Vollkommen in derselben Weise wie das Medullarrohr liegt auch die epitheliale Labyrinthblase anfänglich nur locker in ihren Hüllen und schält sich verhältnissmässig leicht aus denselben heraus. Später verbindet sich dieselbe fester mit dem inneren Theile der wuchernden bindegewebigen Hülle, während der äussere Theil derselben als inneres *Perichondrium* des knorpeligen Labyrinthes erscheint, und zuletzt endlich bildet sich zwischen diesen beiden Blättern der bindegewebigen Hülle ein Zwischenraum, der mit dem Labyrinthwasser sich füllt, so dass dann das spätere häutige Labyrinth wie frei in einem Raume enthalten ist, der der Lücke zwischen *Dura* und *Pia mater* verglichen werden kann.

Entstehung der Höhlen des knöchernen Labyrinthes.

Die Art und Weise, wie dieser Raum sich bildet, verdient besondere Beachtung, indem dieselbe als Typus für viele Hohlraumbildungen beim Menschen und bei Thieren (Unterarachnoidealraum, Höhlen der Schleimbeutel, Sehnenscheiden, freie Räume in der Schädelhöhle von Fischen, Hauträume der Batrachier u. s. w.) betrachtet werden darf. Mit dem Wachsthume des epithelialen Theiles des Labyrinthes wuchert auch seine bindegewebige Hülle und gewinnt bald eine beträchtliche Dicke. Zugleich scheidet sich dieselbe in drei Lagen, eine äussere und innere, festere und dünnere Schicht und eine mittlere weichere Masse, die, vor Allem an Umfang zunehmend, bald die anderen an Mächtigkeit weit übertrifft. Untersucht man diese letztere mit starken Vergrösserungen, so erkennt man leicht, dass dieselbe aus dem von mir sogenannten gallertigen Bindegewebe (Schleimgewebe Virchow), d. h. aus einem Netzwerk von sternförmigen anastomosirenden Zellen mit rundlichen, von Flüssigkeit erfüllten Maschen besteht. Zur besseren Versinnlichung dieser Verhältnisse kann die Fig. 207 dienen, welche den Querschnitt des oberen halbkreisförmigen Kanales eines sechsmonatlichen menschlichen Embryo sammt dem umgebenden Knorpel

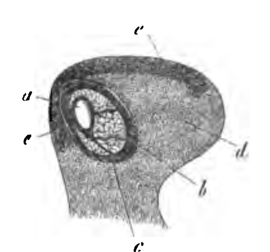


Fig. 207.

Fig. 207. Querschnitt des oberen halbkreisförmigen Kanales eines sechs Monate alten menschlichen Embryo, vergr. *a* bindegewebige Hülle des *Tubulus membranaceus*, dessen Epithel nicht erhalten ist. *b* Periost des im Knorpel ausgegrabenen Kanales; *c* Gallertgewebe zwischen beiden; *d* Knorpel mit Verkalkung bei *c*.

darstellt. *a* ist die bindegewebige Hülle des *Tubulus membranaceus*, dessen Epithel an diesem Präparate ausgefallen war, *b* das Periost des Kanales im Knorpel und die mächtige helle Schicht *c* das Gallertgewebe. Aus diesem Gallertgewebe nun bildet sich nach und nach der Hohlraum, der später den häutigen halbkreisförmigen Kanal umgiebt in der Art, dass die Maschen desselben nach und nach grösser werden und endlich zusammenfliessen, wobei das Zellennetz theils gesprengt, theils nach beiden Seiten an die betreffenden Wandungen angepresst wird, wo es noch beim Erwachsenen oft in sehr deutlichen Ueberresten zu erkennen ist.

§ 37.

Spätere Ausbildung des Labyrinthes.

Bildung der Schnecke.

Zur Schilderung der letzten Umwandlungen des Labyrinthes übergehend, besprechen wir in erster Linie die Schnecke. In ihrer frühesten Anlage ist die Schnecke, wie wir sahen, eine einfache längliche Ausbuchtung der primitiven Labyrinthblase, die zuerst (Fig. 203) weder durch Gestalt noch Lage an die spätere Schnecke erinnert. Bald aber wächst innerhalb der noch weichen Umhüllung der Schneckenkanal in die Länge und krümmt sich immer mehr medianwärts, bis er so horizontal in der Schädelbasis drin liegt, wie die Fig. 205 zeigt, und somit eine Lage und Form darbietet, welche fast auf ein Haar die Verhältnisse der Vögel wiedergiebt. Die vogelähnliche Schnecke der niedersten Säugethiere (*Echidna, Ornithorhynchus*) muss auf dieser Stufe stehen bleiben, bei den übrigen Säugern und beim Menschen dagegen wächst das Rohr weiter, und zwar in der bekannten Spiralkrümmung, während zugleich die umgebende festere Schädelwand mitwuchert, so jedoch, dass sie immer, von aussen besehen, eine einfache Kapsel um das Schneckenrohr darstellt, während ihre Elemente im Innern gewissermassen ausweichen und dem weichen Rohre Raum lassen. In der achten Woche hat beim menschlichen Embryo der Schneckenkanal schon eine ganze Windung, deren Ende nicht in derselben Ebene liegt wie der Anfang, und in der elften bis zwölften Woche ist das Rohr vollkommen ausgebildet. Die knorpelige Umhüllung ist in der achten Woche von aussen gesehen eine kleine linsenförmige Kapsel, die durch ein dünneres Knorpelblatt mit der Mitte der knorpeligen Schädelbasis zusammenhängt und nach unten leicht convex vorspringt, während sie nach oben zum Theil schwach vertieft ist und hier durch eine Oeffnung den Hörnerven aufnimmt. Im dritten Monate wird das ganze knorpelige Labyrinth massiger und zeigt am Ende desselben schon eine bedeutende rundliche

Auftreibung da, wo die Schnecke sitzt, die nun auch nach oben vortritt (Fig. 137).

Um die inneren Veränderungen der Schnecke richtig aufzufassen, gehen wir von der in Fig. 208 wiedergegebenen Schnecke eines acht Wochen alten menschlichen Embryo aus. Hier zeigt das knorpelige Labyrinth in der Gegend der Schnecke eine einfache Höhle, deren Innenwand noch in keiner Weise die Gestalt des kaum mehr als Eine Windung beschreibenden Schneckenkanales wiedergiebt, sondern ohne alle Vorsprünge ist. Erfüllt wird diese Höhle erstens von dem Epithelialrohre des Schneckenkanales,

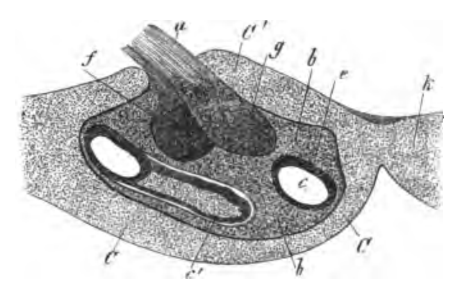


Fig. 208.

das jetzt noch im Querschnitte fast ganz rund und im Verhältnisse zur ganzen Schnecke auch sehr weit ist und an der oberen Seite, wo später die *Scala tympani* liegt, eine viel grössere Dicke besitzt, und zweitens von einer bindegewebigen Lage, die als Umhüllung des Schneckenkanales und als Träger der Schneckennerven erscheint, dessen grosses *Ganglion* schon in die Aushöhlung der ersten Windung sich erstreckt. Eine solche Schnecke hat mithin weder Treppen noch ein Spiralblatt, und auch keine knorpelige spiralig gewundene Knorpelhülle. Frägt man, wie diese Schnecke aus der in der Fig. 205 gezeichneten hervorgegangen ist, so ist die Antwort nicht schwer. Vor Allem ist zu berücksichtigen, dass an der Säugethierschnecke schon von der ersten Zeit ihrer Bildung an der *Nervus cochleae* mit einem grossen *Ganglion*, das ich *Ganglion spirale* nenne, dicht anliegt. Wenn nun der Schneckenkanal anfängt spiralig auszuwachsen, folgt das *Ganglion* demselben genau und zieht sich strangförmig aus, und während dies geschieht, beginnt auch eine histologische Differenzirung der anfangs gleichartigen und weichen Kapsel um die Schnecke, so dass dieselbe in eine äussere festere Knorpellage und eine innere weich bleibende bindegewebige Umhüllung des epithelialen Schneckenkanales und des *Nervus cochleae* sammt seinem

Fig. 208. Querschnitt durch die Schnecke eines acht Wochen alten menschlichen Embryo, vergr. dargestellt. *CC* unterer, *C'* oberer Theil der knorpeligen Kapsel der Schnecke; *k* ein Theil des knorpeligen Körpers des Keilbeins mit der Schnecke unmittelbar verbunden; *a Acusticus; g* Ganglion desselben; *e* verdickter Theil des Epithels des Schneckenkanals *c*; *bb* bindegewebige Ausfüllungsmasse im Innern der knorpeligen Schnecke; *f Facialis; c* Ende des *Canalis cochlearis*.

Ganglion sich scheidet, und dann ist der Zustand gegeben, den die Fig. 208 darstellt.

Die Umwandlung der eben geschilderten einfachen Schnecke zu den späteren Formen lässt sich kaum errathen, und zeigt dieser Fall deutlich, wie schwer es ist, den Entwicklungsgang eines Organes *a priori* zu construiren. Und doch sind, wenn man die Natur einmal befragt hat, die Verhältnisse so äusserst einfach und wird es an der Hand der Fig. 209 nicht schwer fallen, das Weitere zu begreifen. Diese Schnecke eines Kalbsembryo von 8,4 cm Länge, die schon ihre volle Zahl von Windungen besitzt, zeigt fürs erste, dass während der epitheliale Schneckenkanal seine volle Länge erreicht, auch das knorpelige Schneckengehäuse mitwächst und zwar so, dass seine innere Höhle zwar immer noch einfach bleibt, aber doch schon an der Wand eine spiralige Furche ausgegraben zeigt, die auf dem Durchschnitte durch Vorsprünge (*vv*) bezeichnet wird. Weiter ist dann besonders die ungemeine Zunahme des inneren Bindegewebes bemerkenswerth, in Folge deren der epitheliale Schneckenkanal (*a*), der immer an der Peripherie des Binnenraumes der knorpeligen Kapsel bleibt, einen verhältnissmässig viel kleineren Raum einnimmt als früher, obschon seine absolute Grösse nicht abgenommen hat. Diese Zunahme hängt zusammen mit der mächtigen Entwicklung der Nerven und Blutgefässe des Organes. Letztere finden sich nun in grosser Menge vom inneren Gehörgange her eintretend und verbreiten sich sowohl im Innern, als auch in einer Art *Perichondrium*, das die gesammte Höhle der knorpeligen Kapsel als eine zusammenhängende Schicht auskleidet. Der Schneckennerv dringt ebenfalls weit ins Innere hinein und zeigt nun sein *Ganglion spirale* in einen langgezogenen annähernd cylindrischen Strang umgewandelt, der wie der Schneckenkanal gewunden ist und in der Fig. 209 bei *gg* im Querschnitte gesehen wird. Eine genaue Untersuchung dieser Schnecke lässt nun ferner noch erkennen, dass in derselben auch die Spindel, das Spiralblatt, die Treppen und die bindegewebige Auskleidung derselben wenigstens in den ersten Spuren angedeutet sind. Man findet nämlich, dass das innere Bindegewebe der Schnecke, das in der Fig. 208 noch Eine zusammenhängende und gleichartige Masse darstellte, nun in folgende Theile sich geschieden hat: 1) eine in der Gegend der späteren Spindel gelegene Axe, welche die grösseren Gefässe und Nervenstämme enthält; 2) eine Umhüllung des Schneckenkanals selbst (*a*), welche in allen Windungen der Schnecke deutlich ausgeprägt ist; 3) dichtere, plattenartige Züge *sp*, die von der Axe der Schnecke gegen den Schneckenkanal verlaufen, Gefässe und das *Ganglion spirale* enthalten und von denen der in der ersten halben Windung enthaltene Zug schon so entwickelt ist, dass er deutlich als Anlage

des Spiralblattes erscheint; 4) eine äussere am Knorpel anliegende Membran (p), das innere *Perichondrium* der Schnecke, die Andeutungen von Scheidewänden (s) zwischen die einzelnen Windungen des Schneckenkanals in der Richtung gegen die Axe der Schnecke entsendet, und 5) endlich eine gallertige Substanz (m), die jedoch nur in der ersten halben Windung deutlich ist, die um den Schneckenkanal und die Anlage des Spiralblattes sich gebildet hat und die erste Anlage der Treppen bezeichnet. Diese Gallertsubstanz bietet genau denselben Bau dar, wie diejenige des Vorhofes und der halbkreisförmigen Kanäle und führt ebenfalls wie dort einzelne Blutgefässe. Da wo diese Substanz vorhanden ist, lässt sich auch der Gegensatz zwischen dem *Modiolus* und den äusseren Theilen am deutlichsten erkennen, doch ist auch an den anderen Gegenden die Axe des Organs durch ihren Reichthum an Gefässen und Nervenzügen vor den anderen Theilen ausgezeichnet.

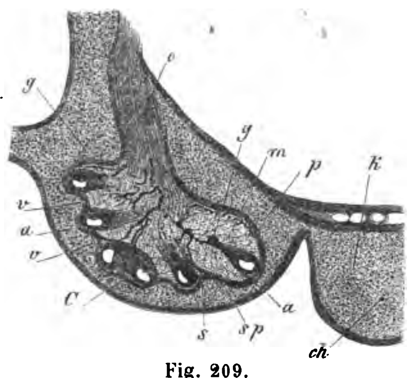


Fig. 209.

Die Verhältnisse des Schneckenkanals selbst lassen sich nur an stärker vergrösserten Präparaten erkennen und lege ich daher noch die Fig. 210 vor. Dieselbe zeigt, dass das Epithel des Schneckenkanales an der Seite der Schneckenbasis viel dicker ist als an der anderen, so wie dass dasselbe dort eine grössere und zwei kleinere Aufwulstungen darbietet (e' e'' e'''). Besonders auffallend ist das Vorkommen einer hellen strukturlosen Schicht (m) auf dem grösseren Epithelialwulste, die sich leicht isolirt und von der Fläche als eine feinstreifige Membran ergiebt, die nichts anderes als die Corti'sche Membran ist, welche mithin, da sie innerhalb des epithelialen Schneckenkanales sich entwickelt, die Bedeutung einer Zellenausscheidung oder einer Cuticularbildung besitzt. Das

Fig. 209. Frontaler Schnitt durch die Schnecke eines 8,4 cm langen Rindsembryo, vergr. dargestellt. C knorpelige Kapsel der Schnecke; v Vorsprünge derselben nach innen, die eine spiralige Furche begrenzen; k knorpeliger Keilbeinkörper mit C direct zusammenhängend; o *Acusticus*; g *Ganglion spirale* desselben bei drei Querschnitten von Windungen erkennbar; a epithelialer Schneckenkanal mit seiner Faserhülle; sp Andeutung der *Lamina spiralis*, ein derberer Bindegewebszug mit Nerven und Gefässen; s Andeutung einer häutigen Scheidewand zwischen zwei Windungen; p inneres *Perichondrium* der knorpeligen Schnecke; m Gallertgewebe zwischen demselben und dem Schneckenkanale und der *Lamina spiralis*, Vorläufer der *Scalae*; ch *Chorda*.

Epithel des Schneckenkanales besteht übrigens in diesem Stadium bei Kalbsembryonen an der dünneren Seite aus pflasterförmigen niedrigen, an der anderen aus langen cylindrischen Zellen.

Bildung der *Scalae*.

Ist nun einmal die Entwicklung der Schnecke so weit klar, so sind die letzten Stadien nicht schwer zu begreifen. Das nächste was geschieht ist die Bildung der Treppen. Zuerst entstehen im Gallertgewebe um den Schneckenkanal grössere Hohlräume, welche bald zusammenfliessen und dann das Netzwerk sternförmiger Zellen immer mehr gegen das *Perichondrium*, die häutigen *Septa* der Windungen, das Spindelblatt und den *Modiolus* drängen, welche letzten drei Theile zugleich mit diesen Vorgängen auch erst recht deutlich werden (Fig. 211). Zugleich wächst auch der Knorpel der äusseren Kapsel etwas weiter in die Scheidewände der Windungen in der Richtung gegen die Spindel vor, ich habe jedoch nie, auch im sechsten Monate nicht, zu welcher Zeit die Ossification der Schnecke beim Menschen gut im Gange ist, die knorpeligen *Septa* entwickelter oder gar in der Mitte vereinigt gesehen, auch muss ich nach meinen Erfahrungen, mit welchen alle späteren Untersuchungen übereinstimmen, läugnen, dass der *Modiolus* und das Spindelblatt jemals aus Knorpel bestehen. Der Schneckenkanal nimmt mit dem Wachsthume der Schnecke und der Ausbildung der Treppen nicht auch gleichmässig an Weite zu und erscheint daher relativ um so kleiner, je mehr das

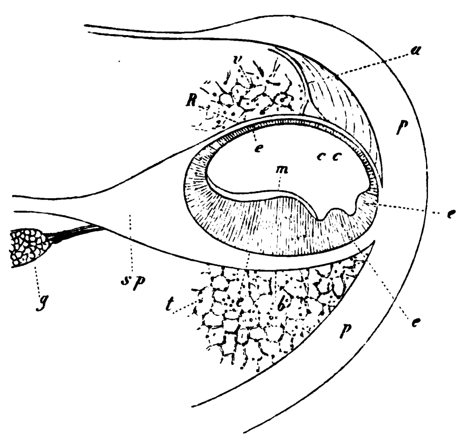


Fig. 210.

Fig. 210. Ein Stück der ersten Schneckenwindung von einem 8,4 cm langen Kalbsembryo im Querschnitte, 100mal vergrössert dargestellt (vergl. Fig. 209, die von demselben Embryo stammt). *p, p* inneres *Perichondrium* der Knorpelkapsel der Schnecke; *t* Gallertgewebe an der Stelle der späteren *Scala tympani* nicht ausgezeichnet; *v* ein Theil desselben Gewebes, das die *Scala vestibuli* erfüllt; *g Ganglion spirale* nicht ganz ausgezeichnet mit einem davon ausgehenden Nervenstämmchen; *sp* Anlage der *Lamina spiralis ossea; b Membrana basilaris* oder untere bindegewebige Wand des Schneckenkanales *cc; R* obere bindegewebige Wand desselben oder Anlage der von mir sogenannten REISSNER'schen Membran; *a* ein zu dieser gehendes Gefäss, in dessen Gegend das *Perichondrium* viel dicker ist; *e* dünnes Epithel des Schneckenkanals an der REISSNER'schen Membran; *e', e'', e'''* Epithelialwülste auf der *Membrana basilaris; m* CORTI'sche Membran, auf dem grösseren Wulste aufliegend.

Organ seiner letzten Ausbildung sich nähert. Die bemerkenswertheste Umwandlung in seinem Bereiche ist die, dass die bindegewebige Hülle des Schneckenkanales an seiner inneren mit der *Lamina spiralis* verbundenen Wand, die schon vorher auffallend verdickt war, zu den Zähnen der ersten Reihe hervorwuchert, die beim Menschen schon im vierten Monate deutlich sind (Fig. 212 *z*). Um dieselbe Zeit wird auch die *Lamina spiralis membranacea* im engeren Sinne (*M. basilaris Claudius*) und das *Ligamentum spirale* mit der *Stria vascularis* sichtbar, während die untere oder vestibuläre Wand des Schneckenkanales immer noch so deutlich ist wie früher und einwärts von den Zähnen der ersten Reihe im Zusammenhange mit dem Bindegewebe der *Habenula sulcata* von Corti entspringt, von wo auch die Corti'sche Membran dicker als früher ihren Ursprung nimmt. Ueber die Bildung der so zusammengesetzten Apparate in der Gegend der Nervenendigungen der Schnecke ergaben schon vor Jahren meine Untersuchungen wenigstens das wichtige Resultat, dass dieselben alle, mit alleinigem Ausschlusse der Enden der Acusticusfasern selbst, Productionen des verdickten Theiles des Epithels der tympanalen Wand des Schneckenkanales sind, und bilden sich selbst die Corti'schen Fasern, die beim Menschen im fünften Monate auftreten, in jedem ihrer Glieder aus verlängerten Epithelzellen hervor (Fig. 212).



Fig. 211.

Der embryonale Schneckenkanal ist dem Gesagten zufolge kein vergängliches Gebilde, sondern wandelt sich in den von Reissner beim Erwachsenen entdeckten mittleren Kanal der Schnecke oder den *Canalis cochlearis* um, der als der wichtigste Theil der Schnecke anzusehen ist, indem die Schneckennerven in demselben enden.

Fig. 211. Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines älteren Kalbsembryo, deren Gehäuse mit Ausnahme einer kleinen knorpeligen Stelle schon verknöchert war, während die Spindel und Spirallamelle noch häutig waren. In allen Windungen ist der *Canalis cochlearis* sichtbar, dessen Höhe 0,56 mm, die Breite 0,59 mm betrug, wobei zu bemerken, dass die scheinbar grössere Breite desselben in der Kuppel daher rührt, dass der Schnitt hier seitlich neben dem Spindelblatte vorbeiging. Im *Canalis cochlearis* sind die *Habenula sulcata* und die zwei Epithelialwülste auf der *Membrana basilaris* sichtbar. Vergr. 6 mal. Breite der Schnecke an der Basis 8,26 mm, Höhe derselben 4,95 mm.

In Betreff der Schnecke ist nun noch ein Punkt zu besprechen, nämlich die Beziehung derselben zum übrigen Labyrinthe. Wie wir

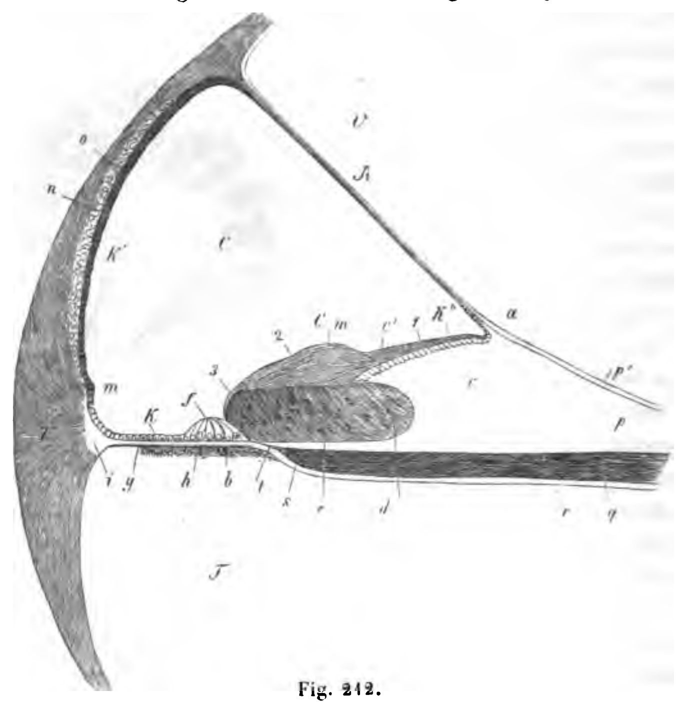


Fig. 212.

Fig. 212. *Canalis cochlearis* mit den angrenzenden Theilen von der in Fig. 211 dargestellten Schnecke, 100mal vergr. *C Canalis cochlearis* (embryonaler Schneckenkanal); *V Scala vestibuli; T Scala tympani; R* Reissner'sche Haut; *a* Anfang derselben an einem Vorsprunge der *Habenula sulcata* oder des *Labium superius sulci spiralis c; b* Bindesubstanzschicht mit dem *Vas spirale internum* unten an der *Membrana basilaris; c' Crista acustica* mit den Gehörzähnen; *d Sulcus spiralis* mit dickem Epithel, das bis zum Corti'schen, hier noch nicht ausgebildeten Organe *f* sich erstreckt; *e Habenula perforata* oder *Labium inferius sulci spiralis; Cm* Corti'sche Haut. 1. Innerer dünnerer Theil derselben; 2. dicker mittlerer Theil; 3. dünneres vorderes Ende; *g Zona pectinata; h Habenula tecta (Habenula arcuata Deiters); k* Epithel der *Zona pectinata*; *k'* der äusseren Wand des *Canalis cochlearis; k''* der *Habenula sulcata*, zum Theil in den Furchen derselben gelegen und auf die Reissner'sche Haut übergehend; *l Lig. spirale; i* heller Verbindungstheil desselben mit der *Zona pectinata; m* Vorsprung des *Lig. spirale* nach innen; *n* knorpelartige Platte; *o Stria vascularis; p* Periost der *Lamina spiralis*, später in der Tiefe verknöchernd; *p'* helle äusserste Schicht desselben auf die Reissner'sche Haut und das Periost der *Scala vestibuli* übergehend. (Ein Epithel auf der Seite der *Scala vestibuli* wurde in diesem Falle nicht gesehen.) *q* Ein Bündel des Schneckennerven; *s* Stelle, wo die dunkelrandigen Fasern aufhören; *t* blasse Fortsetzungen derselben in den Kanälen der *Habenula perforata; r* Periost der *Lamina spiralis* auf der Seite der *Scala tympani*, in einen Theil der tympanalen Wand des *Canalis cochlearis* sich fortsetzend.

früher sahen, ist der Schneckenkanal ursprünglich ein Auswuchs des Gehörbläschens und frägt es sich, ob diese Verbindung auch später sich erhält oder vergeht. Nach Böttcher's Untersuchungen, die ich vollkommen bestätigt finde, bleiben alle Theile des Labyrinthes, der *Alveus communis*, die *Canales semicirculares*, der *Sacculus*, der *Canalis cochlearis* und der *Recessus labyrinthi* oder *Aquaeductus vestibuli*, im Zusammenhange, doch gestalten sich später die Verhältnisse so, dass der *Sacculus* vom *Utriculus* ganz sich abschnürt und beide nur durch die gabelig getheilte Einmündungsstelle des *Aquaeductus vestibuli* untereinander zusammenhängen, wie die Figur 213 dies darstellt. Somit zerfällt schliesslich die einfache Labyrinthblase in zwei Haupttheile, den *Alveus communis* und die halbkreisförmigen Kanäle einerseits und den *Sacculus* und den *Canalis cochlearis*, sammt dem *Canalis reuniens* anderseits, zu welchen beiden physiologisch wohl sehr verschiedenwerthigen Theilen dann noch ein beiden gemeinsamer Hülfsapparat, der *Aquaeductus labyrinthi* oder *Canalis endolymphaticus* Hasse, sich gesellt. Der *Canalis cochlearis* besitzt an seinem Anfange, da wo er an den *Canalis reuniens* anstösst, einen kegelförmigen Anhang *c'*, den Vorhofsblindsack Reichert, und ist auch an seinem Ende vollkommen geschlossen, Kuppelblindsack Reichert. Es hat somit die *Aquula auditiva interna*, die den Schneckenkanal erfüllt, keinen andern Ausweg als durch den *Canalis reuniens* in den *Sacculus*. Auf der andern

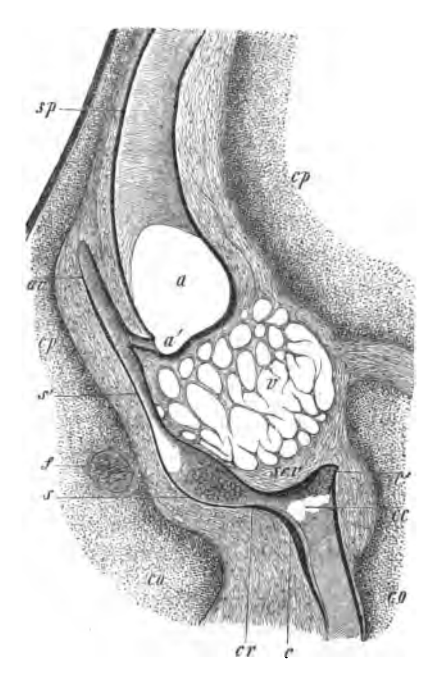


Fig. 213.

Fig. 213. Frontalschnitt durch einen Theil des Labyrinthes eines Schweinsembryo von 9 cm, 23 mal vergr. *a Alveus communis; av Aquaeductus vestibuli* (unterer Theil); *a'* Schenkel desselben zum *Alveus communis; s'* Schenkel desselben zum *Sacculus s; sp Canalis semicircularis superior; cr Canalis reuniens; v* Vorhofsraum mit Gallertgewebe erfüllt; *sc v* Anfang der *Scala vestibuli; c c canalis cochlearis; c* Anfang des Corti'schen Organes mit der Corti'schen Membran; *c'* Blindsack am Anfange des *Canalis cochlearis; cp Cartilago petrosa* oberer Theil; *co* Anfang der knorpeligen Schnecke; *f* Facialis.

Seite mündet die Vorhofstreppe und indirekt durch das *Helicotrema* auch die Paukentreppe in den den *Sacculus* und den *Utriculus* umgebenden Hohlraum des knöchernen Vorhofes. Die *Fenestra ovalis* und *rotunda* stehen in keinem inneren Zusammenhange mit der Bildung des Schneckenkanales und der Vorhofssäckchen und sind beide nichts als nicht verknorpelte Stellen der ursprünglichen Umhüllungsmasse des Labyrinthes, in welcher Beziehung jedoch hervorgehoben zu werden verdient, dass die *Fenestra ovalis* nie ohne den sie fast ganz erfüllenden Steigbügel gesehen wird, wogegen die *Fenestra rotunda* lange Zeit hindurch eine von mächtigen Weichtheilen erfüllte Lücke der knorpeligen Schnecke darstellt.

Der *Utriculus*, *Sacculus* und die *Canales semicirculares* zeigen, nachdem sie einmal angelegt sind, abgesehen von der Bildung der dieselben später umgebenden lymphatischen Räume (Vorhofsraum) keine auffallenderen morphologischen Veränderungen mehr, weshalb ich auf folgende kurze Schilderung mich beschränke.

Maculae acusticae.

Am *Utriculus* und *Sacculus* treten die *Maculae acusticae* schon sehr früh auf, ebenso die Gehörhaare, die gallertige *Membrana tectoria* und die auf und in ihr liegenden *Otolithen*. Von den *Otolithen* finde ich, dass sie als ganz kleine punktförmige Körper auftreten und lange Zeit in dieser Form verharren, bis sie endlich an Grösse zunehmen und allmälig eine krystallinische Form gewinnen.

Ampullen und halbkreisförmige Kanäle unterscheiden sich schon sehr früh von einander. An den letzteren erkennt man bei älteren Embryonen an der concaven Seite höhere Cylinderzellen (Raphe, Hasse) und auch an der gegenüberstehenden Wand etwas dickere Pflasterzellen als an den Seitenwänden (Fig. 214).

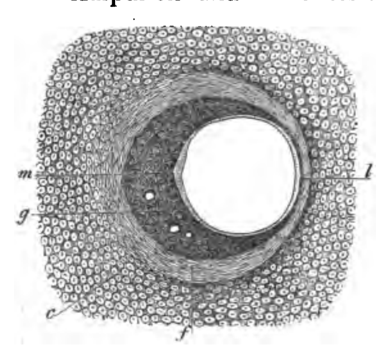


Fig. 214.

In den Ampullen tritt bei älteren Embryonen die *Membrana tectoria* Hasse, oder *Cupula terminalis* Lang als zierliche aber schwer zu erforschende Cuticularbildung auf, welche bisher bei den Säugethieren und dem Menschen nur von Hasse und mir bei Embryonen gesehen worden ist.

Fig. 214. Querschnitt durch den *Canalis semicircularis externus* eines Kaninchenembryo von 24 Tagen, 41,5mal vergr. *m Raphe tubuli membranacei* Hasse; *l* gegenüberstehende höhere Pflasterzellen; *g* Gallertgewebe um den *Tubulus membranaceus*, das später schwindet; *f* Periost des späteren Knochens; *c Cartilago petrosa*.

Der *Recessus labyrinthi* oder *Aquaeductus vestibuli*, der *Canalis endolymphaticus* Hasse, ist vom Anfang an ein plattgedrückter Ausläufer des Ohrbläschens und zerfällt später in einen unteren kanalartigen Gang, den *Canalis s. Ductus endolymphaticus*, und einen oberen stark verbreiterten Theil, den *Saccus endolymphaticus*, welcher letztere, wie Frontalschnitte zeigen, innerhalb der *Dura mater* seine Lage hat und, wie Untersuchungen der neuesten Zeit lehren, ebenso wie der *Ductus* im Knochen drin, noch beim Erwachsenen unterhalb der *Apertura aquaeductus vestibuli* in der hinteren Schädelgrube sich findet.

Aquaeductus vestibuli s. Canalis endolymphaticus.

Die *Cartilago petrosa* zeigt bei ihrer Ossification das Auffallende, dass neben Knorpelverkalkungen und endochondralen Ossificationen periostale Ablagerungen nicht nur an der Aussenfläche des Knorpels, sondern auch an der Gesammtoberfläche aller das Labyrinth begrenzenden inneren Räume sich finden, so wie dass selbst die in diesen Räumen enthaltene Bindesubstanz zum Theil (*Modiolus*, *Lamina spiralis ossea*, Grund des *Meatus auditorius internus*) einer Ossification unterliegt, die mit den periostalen Bildungen zusammenhängt.

Verknöcherung des Labyrinthes.

In ihrem gröberen Verhalten zeigt die Verknöcherung der *Cartilago petrosa* beim Menschen und bei Säugethieren das Uebereinstimmende, dass dieselbe mit einer grösseren Zahl von Knochenpunkten auftritt, welche jedoch keine grössere Selbständigkeit besitzen, vielmehr schon vor dem Ende des embryonalen Lebens miteinander verschmelzen. Die knöcherne Pyramide vereint sich dann noch vor der Geburt mit der *Pars mastoidea*, in welcher selbständig zwei Knochenpunkte auftreten.

§ 38.

Entwicklung des mittleren und äusseren Ohres.

Das mittlere und äussere Ohr entwickelt sich in seinen Höhlungen unter wesentlicher Betheiligung der ersten Kiemenspalte. Diese Spalte schliesst sich in ihrem ganzen vorderen Abschnitte, erhält sich dagegen in ihrem hintersten Theile wegsam mit Ausnahme einer kleinen dicht an der äusseren Oberfläche gelegenen Stelle, welche verwächst und zum Trommelfelle sich gestaltet. Aus der an der Aussenfläche des Trommelfelles gelegenen Grube und ihren Wandungen entwickelt sich der *Meatus auditorius externus* und das äussere Ohr, während der mediale Rest der Kiemenspalte die Paukenhöhle und die *Tuba Eustachii* liefert. — Die schon oben (§ 32) besprochenen und aus dem 1. und 2. Kiemenbogen hervorgehenden Gehörknöchelchen liegen anfangs über und hinter der Paukenhöhle und kommen erst nachträglich scheinbar in die Paukenhöhle

Allgemeines.

zu liegen, was auch von der *Chorda tympani*, dem *Stapedius* und den Bändern der *Ossicula* gilt.

Cavitas tympani. Die Paukenhöhle und die *Tuba Eustachii* entwickeln sich unzweifelhaft aus dem medialen Theile des hinteren Abschnittes der ersten Kiemenspalte, welcher jedoch nicht ohne weiteres und unmittelbar zu diesen Theilen sich umbildet, sondern in einen nach aussen, oben und hinten gerichteten Fortsatz auswächst, der wesentlich zur Paukenhöhle sich gestaltet und daher *Canalis tubo-tympanicus* genannt werden kann. Während dies geschieht, bildet auch der anfangs ganz seichte *Meatus externus*, der nicht allein durch Wucherungen seiner äusseren Umgebungen sich vertieft, einen ähnlichen entgegengesetzt gerichteten hohlen Fortsatz, und so entwickeln sich dann Verhältnisse, wie sie die Fig. 215 wiedergiebt. An diesem Frontalschnitte sieht man den *Meatus externus* horizontal bis fast zur Hälfte des *Canalis pharyngo-tympanicus* eindringen, dessen oberer über dem Hammer *m* gelegener Theil den *Canalis tubo-tympanicus* darstellt. Der *Canalis pharyngo-tympanicus* oder die spätere *Tuba* und *Cavitas tympani* ist in diesem Stadium schon sehr eng und zwar am engsten in dem Abschnitte, der später zur Paukenhöhle wird, es vergrössert sich jedoch nach und nach sein tympanaler Theil in der sagittalen Richtung und gestaltet sich zu einem seitlich plattgedrückten Hohlraume, während die spätere *Tuba* mehr kanalartig bleibt. Dagegen verengern sich die Höhlungen dieser Räume in der Richtung von aussen nach innen je länger je mehr, und nähern sich deren Wandungen bald so, dass dieselben sich berühren und das Lumen ganz, oder nahezu ganz schwindet.

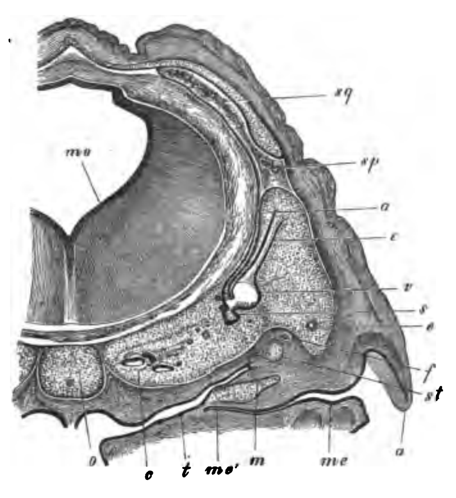


Fig. 215.

Fig. 215. Schädel eines Schafembryo von 27 mm in der Gegend des Gehörorganes frontal durchschnitten und 10,5 mal vergr. *mo* Hinterhirn; *o* Occipitalknorpel mit Chorda; *c Cochlea; t Tuba; me Meatus auditorius externus; me'* Ende desselben; *m Malleus* mit Trommelfell; *c Canalis semicircularis superior; e C. semicircularis externus; s Sacculus; st Stapes; f Nervus facialis; a Auricula; v Alveus communis; av Aquaeductus vestibuli* (ist durch Versehen nur mit *a* bezeichnet); *sp Sinus petrosus superior; sq Squama cartilaginea.*

Die Ausbildung dieser Verhältnisse hängt mit der Entwicklung eines eigenthümlichen gallertigen Bindegewebes zusammen, welches bei Embryonen bis zur Geburt die Paukenhöhle und *Tuba* verschliesst und auch die Gehörknöchelchen umhüllt und erst mit dem Eintritte der geathmeten Luft in die *Tuba* und Paukenhöhle einer gewöhnlichen Schleimhaut Platz macht, in Folge welcher Veränderungen dann die Paukenhöhle sowohl an ihrer medialen Seite, als nach oben und hinten an Umfang gewinnt und die *Ossicula* scheinbar in ihr Inneres zu liegen kommen, obschon dieselben, wie bekannt, allerwärts von der Schleimhaut bekleidet und doch eigentlich von aussen in sie eingeschoben sind.

Tuba Eustachii.

Die *Tuba* ist bei jungen Embryonen kurz und hoch und bleibt während der ganzen Embryonalzeit im Verhältnisse zur Höhe kurz. Eigenthümlich sind auch ihre grosse Paukenhöhlenmündung und das wenig vortretende enge *Ostium pharyngeum,* das lange Zeit hindurch dicht über der Wurzel des weichen Gaumens steht, sowie ihre mehr horizontale Lage. Der Knorpel der *Tuba* erscheint im 4. Monate als ein oben und medianwärts gelagertes Plättchen hyalinen Knorpels und scheint kein Theil des Primordialschädels zu sein.

Cellulae mastoideae.

Von den *Cellulae mastoideae* findet sich beim Neugeborenen nur die Hauptzelle (*Antrum Valsalvae*) in schwacher Andeutung und bilden sich die übrigen Räume erst zur Pubertätszeit weiter aus.

Membrana tympani.

Das Trommelfell ist anfänglich gar nicht als solches zu erkennen, und stecken bei jungen Embryonen die Gehörknöchelchen sammt dem *Tensor tympani*, *Stapedius* und *Facialis* in einer dicken bindegewebigen Platte drin, die vom Grunde der *Tuba* bis zu der kleinen Einsenkung der Haut sich erstreckt, welche die erste Andeutung des äusseren Ohres ist (s. Fig. 206). Erst mit der Bildung des *Canalis tubo-tympanicus* und dem Einwachsen des *Meatus externus* in die Schädelwand entwickelt sich die die beiden Kanäle trennende Platte (Fig. 215), doch ist, auch nachdem diese Hohlräume schon weit entwickelt sind, das eigentliche Trommelfell nur in mässiger Ausdehnung gebildet. Der untere Theil der Membran bildet sich schon vor der Geburt weiter aus, wogegen der obere Abschnitt (*Membrana flaccida*) erst mit der letzten Entwicklung der Paukenhöhle nach der Geburt ganz deutlich wird. Bei menschlichen Embryonen steht das Trommelfell nahezu horizontal, und ist noch am Ende der Fötalperiode diese Lage sehr ausgesprochen.

Membrana tympani secundaria.

Die *Membrana tympani secundaria*, die das runde Fenster schliesst, ist schon bei jüngeren Embryonen zu erkennen und stellt eine nicht verknorpelte Stelle der *Cartilago petrosa* dar.

Aeusseres Ohr.

Vom äusseren Ohre ist in erster Linie die äussere Ohröffnung und die Ohrmuschel zu erwähnen. Letztere entsteht durch eine Wucherung

der äusseren Haut, in welcher schon früh ein vom Primordialschädel ganz unabhängiger klein- und dichtzelliger Knorpel erscheint, der später bei grösseren Säugern und beim Menschen zu Netzknorpel sich umwandelt.

Aeusserer Gehörgang.

Der äussere Gehörgang entsteht in seinem knorpeligen Theile durch eine Wucherung der knorpeligen Ohrmuschel, unter Mitbetheiligung eines selbständig auftretenden Knorpelstückchens, wogegen der *Meatus osseus*, unter Antheilnahme der Schuppe und des Zitzentheiles, wesentlich aus einer Umbildung des schon früher erwähnten *Annulus tympanicus* in die Röhrenform hervorgeht, bei welcher an seiner vorderen unteren Wand anfänglich eine Lücke auftritt (im 2. Jahre), die früher oder später, im ersten oder zweiten Decennium, sich schliesst. Der äussere Gehörgang besitzt bei Embryonen des Menschen und von Säugern keine Lichtung (Fig. 215), und ebenso ist auch die äussere Ohröffnung geschlossen, und zwar an beiden Orten durch die stark gewucherte Epidermis.

Glandulae ceruminosae.

Die Ohrenschmalzdrüsen sind nach meinen Erfahrungen schon im fünften Monate in ihren Anlagen sichtbar und entwickeln sich nach dem Typus der Schweissdrüsen, von denen später gehandelt werden wird.

C. Geruchsorgan.

§ 39.

Allgemeines.

Das Geruchsorgan entwickelt sich aus den schon früher bei Besprechung der jüngsten menschlichen Embryonen geschilderten Geruchsgrübchen oder primitiven Riechgruben, welche in ähnlicher Weise als Einwucherung des Hornblattes entstehen, wie die Gehörgrube und Linsengrube (Figg. 145, 216), und über der Mundspalte am vordersten Theile des Kopfes ganz selbständig sich entwickeln. In zweiter Linie bildet sich dann eine Vereinigung der Riechgruben mit der Mundhöhle und in dritter Linie trennt sich die Mundhöhle in zwei Abschnitte, von denen der obere zum respiratorischen Abschnitte der Nasenhöhlen wird, während aus den primitiven Riechgruben das eigentliche Labyrinth des Geruchsorganes entsteht.

Geruchsgrübchen.

Die primitiven Geruchsgrübchen, die bei Säugern und Vögeln in derselben Weise auftreten, wie beim Menschen, erhalten sich nur kurze Zeit, und findet man beim menschlichen Embryo schon in der 5. Woche

Nasenfurche.

eine Furche, die Nasenfurche, welche äusserlich vom unteren Ende der Grübchen zur Mundhöhle verläuft. Bald nimmt dann auch das Gesicht

die schon früher beschriebene Gestalt an, die wir durch die Fig. 217 hier wieder in Erinnerung bringen, und zeigt nach innen von der Nasengrube (*n*) und der Nasenfurche, die nicht bezeichnet ist, den Stirnfortsatz *st* mit dem inneren Nasenfortsatze und nach aussen davon den

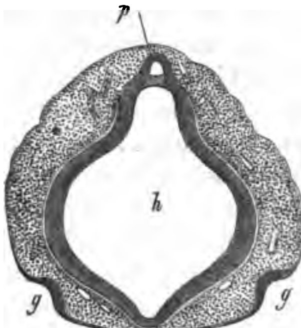


Fig. 216.

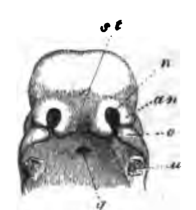


Fig. 217.

äusseren Nasenfortsatz *an* und den Oberkieferfortsatz *o*. Die Nasengrube *n* ist in der Tiefe blind geschlossen und steht einzig und allein durch die ganz oberflächlich gelegene Nasenfurche mit der primitiven Mundhöhle in Verbindung. Verglichen mit dem Hühnchen ist beim Menschen der Stirnfortsatz schmäler und vor Allem der Oberkieferfortsatz mehr quer gestellt, woher es dann kommt, dass derselbe nicht mit der Spitze, sondern mit seinem oberen Rande an den äusseren Nasenfortsatz anstösst. In der zweiten Hälfte des zweiten Monates schliesst sich die Nasenfurche (Fig. 142) und öffnet sich dann das Geruchslabyrinth durch die inneren Nasengänge (primitiven Gaumenspalten Dursy) mit zwei engeren Oeffnungen ganz vorn in die primitive Mundhöhle. Dieses Stadium hat jedoch nur kurzen Bestand, denn schon am Ende des zweiten Monates beginnt der Gaumen sich zu bilden (Fig. 218), mit dessen Vollendung dann die primitive Mundhöhle in zwei Abschnitte, einen oberen respiratorischen, den ich den Nasenrachengang (*Ductus naso-pharyngeus*) heisse, und einen unteren digestiven, die eigentliche Mundhöhle, zerfällt. Entfernt man bei einem neun bis zehn Wochen alten Embryo, dessen Gaumen schon gebildet ist, denselben und betrachtet man die

Innere Nasengänge.

Nasenrachengang.

Fig. 216. Frontalschnitt durch den Kopf eines Hühnerembryo von 3 Tagen und 6 Stunden, 40mal vergr. *h* Vorderhirn und oberer hinterer Theil des Zwischenhirns; *p* Zirbelanlage; *gg* Geruchsgrübchen.

Fig. 217. Kopf eines sechs Wochen alten menschlichen Embryo von vorn und unten, vergrössert. *u* Stelle, wo der Unterkiefer sass; *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; *an* äusserer Nasenfortsatz; *n* Nasengrube; *st* Stirnfortsatz; *g* Ausstülpung der Rachenschleimhaut (Hypophysistasche).

Nasenhöhle von unten, so findet man vorn zu beiden Seiten des noch ganz kurzen Septum und der Pflugschaar die inneren Nasenlöcher oder -gänge deutlich in Gestalt kurzer Spalten, die aufwärts in die Labyrinthe führen und nach vorn mit dem äusseren Nasenloche ausmünden; später aber vergeht mit dem Wachsthume des Labyrinthes diese Spalte als ein besonderes, von den benachbarten Theilen scharf abgegrenztes Gebilde, und erscheint dann der Nasenrachengang mit dem embryonalen innern Nasenloche zusammen, als unterer Nasengang. Immerhin erkennt der Kundige selbst noch beim Erwachsenen das fötale innere Nasenloch in der langen engen Spalte, die zwischen der unteren Muschel und dem Septum durch aufwärts zum Labyrinthe führt. Die Nasengaumengänge (*Ductus nasopalatini*) im *Canalis incisivus*, oder die STENSON'schen Gänge, die aus der Anatomie des Erwachsenen bekannt sind, sind ein Rest der ursprünglichen Verbindung zwischen der Mundhöhle und dem unteren respiratorischen Abschnitte der Nasenhöhle, doch ist zu bemerken, dass dieselben beim Menschen wider alles Erwarten auch bei Embryonen nie von einer grösseren Weite gefunden werden.

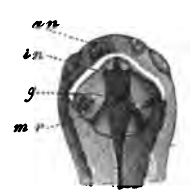


Fig. 218.

Nasengaumengänge.

Weitere Entwicklung des Geruchslabyrinthes.

Das Labyrinth des Geruchsorganes entwickelt sich ganz und gar aus dem die fötale Riechgrube auskleidenden Hornblatte, das wir das Riechsäckchen nennen können, unter Mitbetheiligung des vordersten Schädelendes. Während letzteres zum Stirnfortsatze und den äusseren Nasenfortsätzen hervorwächst, vergrössert sich auch das Säckchen in entsprechender Weise, und entsteht so nach und nach eine tiefer eindringende Grube. Der Stirnfortsatz wandelt sich dann zur knorpeligen Scheidewand der Nasengegend des Primordialschädels um, an welcher später als Deckknochen der *Vomer* und die Zwischenkiefer sich ausbilden, und aus den im Zusammenhange mit dem oberen Rande des *Septum* verknorpelnden äusseren Nasenfortsätzen gestalten sich die Siebbeinlabyrinthe und die seitlichen Theile der äusseren Nase, an denen als Belegknochen die Thränen- und Nasenbeine entstehen. Die Muscheln treten schon im zweiten Monate als knorpelige Auswüchse der Seitentheile der knorpeligen Nase auf, mit deren Weiterwuchern das Hornblatt des Riechsäckchens immer gleichen Schritt hält. Im dritten Monate ist das Labyrinth schon in allen seinen wesentlichen Theilen zierlich ausgeprägt, immerhin

Fig. 218. Kopf eines menschlichen Embryo aus der 8. Woche von unten, vergrössert. Der Unterkiefer ist weggenommen, um die grosse Spalte in der Mundrachenhöhle *mr* zu zeigen, welche später durch Vortreten und Verwachsen der Gaumenfortsätze *g* geschlossen wird. *an* äussere Nasenöffnungen; *in* innere Nasenöffnungen oder Ausmündungen des Labyrinthes, von den Choanen wohl zu unterscheiden.

Nebenhöhlen des Riechorganes.

fehlen noch alle Nebenhöhlen. Die Entwicklung derselben anlangend, so bilden sich dieselben schon am knorpeligen Nasengerüste aus und sind alle in erster Linie von Knorpel umgebene Ausbuchtungen der Nasenschleimhaut, die keinerlei Beziehungen zu den benachbarten Knochen zeigen. Eine Zeit lang wachsen dann die knorpeligen Kapseln der betreffenden Höhlen zusammen mit der Schleimhaut weiter, während zugleich die benachbarten Belegknochen eine äussere Hülle um dieselben bilden, zuletzt aber schwinden die Knorpelkapseln, ohne zu verknöchern, und werden von nun an die Nebenhöhlen der Nase von den betreffenden Belegknochen unmittelbar begrenzt, an denen dann zur Aufnahme der immer weiterwuchernden Schleimhautaussackungen ebenfalls Höhlungen sich ausbilden, die nach meinen Erfahrungen in derselben Weise entstehen, wie alle Resorptionslücken von Knochen. Am frühesten fällt die Bildung der *Sinus ethmoidales* und des *Antrum Highmori*, die schon beim sechs Monate alten Fötus in der ersten Anlage begriffen sind und die ersteren rasch sich weiter entwickeln, so dass sie bei der Geburt schon ganz gut ausgeprägt sind, wogegen die volle Ausbildung der Highmorshöhle erst mit der Vollendung des Wachsthums eintritt. Von den *Sinus sphenoidales* gibt Virchow an, dass sie schon beim jungen Fötus angedeutet seien, was seine vollkommene Richtigkeit hat, wenn die von knorpeligen Kapseln umgebenen primitiven Keilbeinhöhlen gemeint sind. Was dagegen die *Sinus sphenoidales* des Knochens betrifft, so habe ich bisher weder beim Fötus noch beim Neugeborenen eine Andeutung von ihnen gesehen. Ueberhaupt scheinen diese Höhlen in ihrer Entwicklung sehr vielen Wechseln ausgesetzt zu sein, denn während die

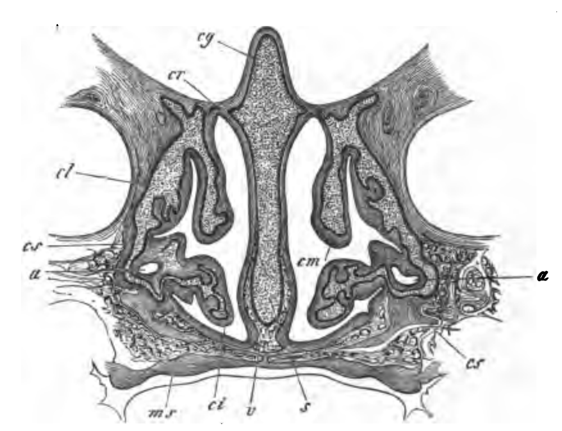


Fig. 219.

Fig. 219. Frontalschnitt durch die Nasenhöhlen eines menschlichen Embryo von 5 Monaten in der Gegend des *Antrum Highmori*. Zur Seite die Augenhöhlen, unten die Mundhöhle. Vergr. 4mal. *cg Crista galli; cr Foramina cribrosa; cl* seitliche Nasenknorpel; *cs* knorpelige Wand des *Sinus maxillaris a; cm Concha media; ci Concha inferior; ms Maxilla superior; s Septum cartilagineum; v Vomer.*

einen Beobachter dieselben im zweiten Jahre schon finden, habe ich sie im fünften noch vermisst. Die *Sinus frontales* bilden sich ebenfalls erst nach der Geburt in einer nicht genau zu bestimmenden Zeit. Auf jeden Fall erreichen die beiden letztgenannten Höhlen erst zur Pubertätszeit eine grössere Ausdehnung und ihre endliche Ausbildung in einer noch viel späteren Zeit.

Jacobson'sche Organe.

Eine besondere, mit den Geruchsorganen in Verbindung stehende Bildung sind die Jacobson'schen Organe, welche bei Säugern als zwei von Knorpelkapseln gestützte und in die Stenson'schen Gänge einmündende Röhren am Boden der Nasenhöhle neben der Scheidewand ihre Lage haben und von Dursy und mir auch beim menschlichen Embryo (Fig. 220) und von mir auch beim Erwachsenen aufgefunden worden sind. Die Entwicklung dieser Organe anlangend, so ist dieselbe leicht nachzuweisen, und bilden sich dieselben als von Anfang an hohle Ausstülpungen der Nasenschleimhaut des *Septum*, für welche bei Thieren ein besonderer Anhang des Nasenknorpels als Umhüllung sich entwickelt.

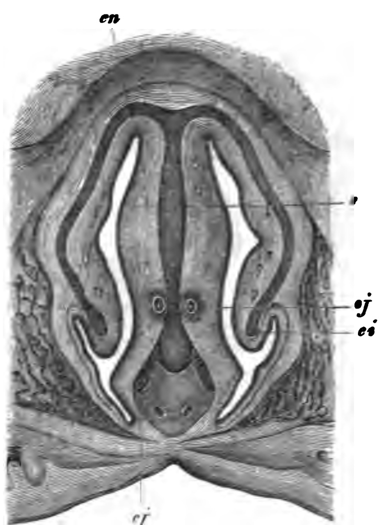


Fig. 220.

Aeussere Nase.

Die äussere Nase entsteht am Ende des zweiten Monates durch das Hervorwachsen des vordersten Endes des Nasentheiles des Primordialschädels. Anfangs kurz und breit, nimmt dieselbe nach und nach ihre typische Form an, was im Einzelnen hier nicht zu schildern ist. Im dritten Monate findet man die Nasenlöcher durch einen gallertigen Pfropf verschlossen, der nach dem fünften Monate wieder vergeht und von einer Epithelwucherung gebildet wird.

Geruchsnerven.

Die Betheiligung des Nervensystems an der Bildung des Geruchsorganes betreffend, so ist bereits aus Früherem bekannt, dass der *Tractus* und *Bulbus olfactorius* als Ausstülpungen aus der ersten Hirnblase sich bilden. Von dem *Bulbus* aus entwickeln sich dann die *Nervi olfactorii* in das Labyrinth hinein, und finde ich bei Embryonen von Säugethieren,

Fig. 220. Frontalschnitt durch die Nasenhöhle eines 4monatlichen menschlichen Embryo, 8mal vergr. *s Septum narium cartilagineum; cn Cartilago lateralis narium; ci Cartilago conchae inferioris; cj* Pflugschaarknorpel *(Cartilago Jacobsonii); oj Organon Jacobsonii.*

dass dieselben, ebenso wie alle andern Nerven, anfangs aus Bündeln feinster Fäserchen (Axencylindern) ohne Beimengung von Kernen oder Zellen bestehen. Erst später sendet eine vom Mesoderma abstammende Zellenhülle, die schon sehr früh auftritt, Fortsätze in das Innere der Bündel hinein, aus denen die späteren kernhaltigen Scheiden dieser Nerven entstehen.

Vergleichung des Geruchsorganes mit dem Auge und Ohre.

Vergleichen wir zum Schlusse noch das Geruchsorgan mit den anderen höheren Sinnesorganen, so finden wir, dass bei demselben, wie beim Auge und Ohre, eine Einstülpung des Hornblattes eine Hauptrolle spielt. In der mächtigen Entfaltung dieser Einstülpung übertrifft das Geruchsorgan selbst noch das Ohr, dagegen schnürt sich dieselbe nie ganz ab, sondern bleibt immer in Verbindung mit dem äusseren Hornblatte und der Epidermis. Von einer Einstülpung der *Cutis* bei der ersten Bildung der Riechsäckchen ist nichts zu sehen, dagegen ist unzweifelhaft, dass schon sehr früh eine mesodermatische Hülle an denselben auftritt, die bald eine besondere Mächtigkeit erlangt und viele Blutgefässe entwickelt. Im nervösen Apparate stimmt das Geruchsorgan bis zu einem gewissen Grade mit dem Auge überein, indem der hohle *Bulbus olfactorius* mit der primitiven Augenblase und der *Tractus olfactorius* mit dem *Nervus opticus* (nicht mit dem *Tractus opticus*) verglichen werden kann, weicht dagegen ganz vom Gehörorgane ab. Bei allen drei Sinnesorganen kommen noch Umhüllungen von Seiten des mittleren Keimblattes dazu, die freilich bei keinem so ausgedehnt sind, wie bei dem hier geschilderten Apparate. — Mit Bezug auf die vergleichende Anatomie endlich will ich noch daran erinnern, dass fast alle Hauptstadien der Nasenbildung des Menschen bei gewissen Thieren als bleibende sich finden. Besonders erwähnenswerth sind die geschlossenen Riechgruben der Fische, die den embryonalen Riechgrübchen entsprechen, und die Geruchsorgane der Batrachier, die durch kurze Nasengänge vorn in eine grosse Mundhöhle einmünden, welche der primitiven Mundhöhle der Embryonen entspricht, während den übrigen Thieren ein verschieden entwickelter Gaumen und kürzere oder längere Nasenrachengänge zukommen.

IV. Entwicklung der äusseren Haut.

§ 40.

Allgemeines.

Die äussere Haut mit allen ihren Anhängen entwickelt sich von zwei Theilen aus, einmal vom Hornblatte her, das, wie früher geschildert wurde, dem äusseren Keimblatte angehört, und zweitens von einer ober-

flächlichen Schicht des mittleren Keimblattes aus, welche wir mit **Remak** als Hautplatte bezeichneten und deren spezielles Verhalten im § 18 beschrieben ist. Aus dem Hornblatte gestalten sich die Epidermis, alle epidermoidalen Theile der Nägel und Haare oder der Horngebilde der Haut (bei Thieren die Krallen, Klauen, Hufe, Hörner, Stacheln, Federn, Schuppen u. s. w.), ferner die Drüsenzellen aller Hautdrüsen, während die Hautplatte die bindegewebigen und muskulösen Theile der Haut und der Hautorgane liefert und die Gefässe und Nerven dieser Theile trägt, die wie anderwärts von aussen in dieselben sich hineinbilden.

Entwicklung der Oberhaut.

Die Oberhaut des Menschen besteht im ersten und im Anfange des zweiten Monats aus einer einfachen Lage sehr zierlicher, zart contourirter, polygonaler Zellen von 27—45 μ Durchmesser. Unter denselben zeigen sich, in einfacher zusammenhängender Schicht, kleinere Zellen von 6,8—9,0 μ als erste Andeutung der Schleimschicht. In weiterer Entwicklung verdickt sich die Epidermis des Embryo ziemlich rasch, indem sich durch Wucherung der kleinen Elemente bald mehrfache Zellenlagen bilden, die Schleimschicht an Stärke gewinnt, und die Hornschicht durch Uebergang der kleinen Zellen in grössere Schüppchen sich verdickt.

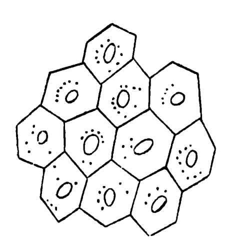


Fig. 221.

Lederhaut.

Die Cutis besteht bei vier bis fünf Wochen alten Embryonen noch ganz und gar aus rundlichen und spindelförmigen Zellen und misst blos 13—22 μ. Im vierten Monate entstehen die ersten Fetttr äubchen und die Leistchen an der *Vola manus* und *Planta pedis*. Die Papillen sieht man erst im sechsten Monate, zu welcher Zeit die *Cutis* schon 1 mm und darüber misst. Beim Neugeborenen ist besonders die Stärke des *Panniculus adiposus* auffallend, der relativ und zum Theil selbst absolut mächtiger ist als beim Erwachsenen.

Entwicklung der Haare.

Die Haare entwickeln sich am Ende des dritten oder im Anfange des vierten embryonalen Monates und zwar in der Weise, dass die Schleimschicht der Oberhaut kleine zapfenförmige Wucherungen nach Innen bildet, die sogenannten »Haarkeime« oder, genauer bezeichnet, die Anlagen der Haare und eines guten Theils der Haarsäckchen namentlich der Wurzelscheiden. Diese beim Menschen sicherlich nicht hohlen Wucherungen der Epidermis (Fig. 222) erhalten von der *Cutis* eine Umhüllung, welche anfänglich nicht gerade als etwas Selbständiges auftritt, vielmehr erscheint, wie in allen diesen Fällen, die Epidermiswucherung

Fig. 221. Zellen der obersten Epidermislage eines 2monatlichen menschlichen Embryo, 350 mal vergrössert.

als das Wesentliche und Bestimmende und tritt die Umhüllung durch die gefässhaltigen Theile erst später mehr hervor und stellt dann den der *Cutis* angehörigen Theil des Haarbalges dar. Im weiteren Verlaufe nun gestalten sich die Wucherungen der Schleimschicht der Epidermis zu langen flaschenförmigen Gebilden, in deren Grund von der Anlage des Haarbalges aus eine Wucherung sich hineinbildet, die Anlage der »Haarpapille«, in der schon früh Gefässe sichtbar werden. Zugleich sondern sich die Epidermiszellen der Haaranlage im Grunde derselben in zwei

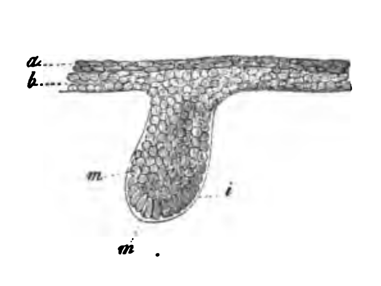


Fig. 222.



Fig. 223.

Schichten, eine innere, in welcher die Elemente eine mehr gestreckte Form annehmen, Anlage des Haares und der inneren Wurzelscheide, und eine äussere, deren Zellen mit den Zellen der Schleimschicht in Verbindung bleiben und die äussere Wurzelscheide darstellen (Fig. 223). Endlich trennt sich die innere Lage, während sie sich verlängert, nochmals in zwei, das Haar und die innere Wurzelscheide (Fig. 224). Somit bildet sich das Haar mit seinen Scheiden einfach durch Differenzirung der Zellen der primitiven soliden Epidermisanlage und erscheint schon in frühester Zeit als ein ganzes kleines Härchen mit Wurzel, Schaft und Spitze, welches jedoch zuerst nicht hervorragt, sondern von beiden Lagen der Oberhaut bedeckt ist. Einmal gebildet, beginnen die Härchen zu wuchern und brechen bald durch, ein Vorgang, der wahrscheinlich

Fig. 222. Haaranlage von der Stirn eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo, 350 mal vergr.; *a* Hornschicht der Oberhaut; *b* Schleimschicht derselben; *i* strukturlose Haut aussen um die Haaranlage herum, die sich zwischen Schleimschicht und *Corium* fortzieht; *m* rundliche, zum Theil längliche Zellen, welche die Haaranlage zusammensetzen.

Fig. 223. Anlage eines Augenbrauenhaares von 0,49 mm, 50 mal vergr., deren innere Zellen einen Kegel bilden, noch ohne deutliches Haar, aber mit angedeuteter Papille. *a* Hornschicht der Oberhaut; *b* Schleimschicht derselben; *c* äussere Wurzelscheide des späteren Balges; *i* strukturlose Haut aussen an derselben; *h Papilla pili.*

einem guten Theile nach dadurch zu Stande kommt, dass die Hornschicht der Epidermis in der That abgehoben wird, oder durch Abschuppungen verloren geht. Dieses Durchbrechen der Haare beginnt am Ende des fünften Monates am Kopfe und in der Augenbrauengegend und endet in der 23.—25. Woche an den Extremitäten. Die eben hervorgebrochenen Haare haben eine sehr regelmässige Stellung, wie dies namentlich von Eschricht vor Jahren genauer verfolgt und durch Abbildungen versinnlicht worden ist. Es convergiren nämlich dieselben nach gewissen Linien hin und divergiren von gewissen Punkten oder Linien aus, so dass sie eigenthümliche federartige Zeichnungen, Wirbel, Kreuze u. s. w. bilden, deren ausführliche Schilderung jedoch nicht im Bereiche unserer Aufgabe liegt.

Fig. 224.

Wollhaare, *Lanugo.*

Die embryonalen Haare (Wollhaare, *Lanugo*) wachsen, einmal hervorgebrochen, bis gegen das Ende des Embryonallebens fort und können unter Umständen, namentlich am Kopfe, einen ziemlich dichten Ueberzug bilden, doch finden sich in dieser Beziehung grosse Verschiedenheiten. Schon während des Embryonallebens fällt auch ein Theil der Haare aus, kommt in das Amnionwasser, wird unter Umständen vom Fötus verschluckt und findet sich dann im Darmkanale und den Fäkalmassen (*Meconium*), welche gleich nach der Geburt zuweilen in ziemlich beträchtlicher Menge entleert werden. Bald nach der Geburt fällt die *Lanugo* aus und bilden sich neue Haare an der Stelle der verlorenen.

Neubildung der Haare.

Diese Neubildung von Haaren geht von den Haarsäckchen der Wollhaare aus, die an oder aus ihren Enden Sprossen treiben, aus welchen sich dann die neuen Haare bilden. Genauer bezeichnet gehen diese Sprossen von der äusseren Wurzelscheide der Haarbälge der Wollhaare aus, welche nichts als das *Rete Malpighii* des Haarbalges ist, und entwickeln ganz nach dem Typus der embryonalen Haarsäckchen in sich ein neues Haar sammt einer inneren Wurzelscheide, welches dann allmälig neben dem Wollhaare in die Höhe wächst und endlich zu derselben Oeffnung herauskommt (Fig. 225). Während dies geschieht, wird die Ernährung des

Fig. 224. Haaranlage von den Augenbrauen mit eben entstandenem, aber noch nicht durchgebrochenem Haare von 0,63 mm Länge. Die innere Wurzelscheide überragt oben die Haarspitze in etwas und seitlich am Halse des Balges zeigen sich in Gestalt zweier warzenförmiger Auswüchse der äusseren Wurzelscheide die ersten Anlagen der Talgdrüsen.

Wollhaares dadurch gestört, dass es durch den an seiner Basis gebildeten Fortsatz seiner Scheiden von seinem Ernährungsorgane, der gefässhaltigen Haarpapille, abgehoben wird, in Folge dessen dann seine untersten Zellen verhornen, während sie in der Zwiebel lebenskräftiger Haare ganz weich sind. Ist die alte Haarzwiebel verkümmert und das Wollhaar immer mehr nach aussen geschoben, so fällt das alte Haar endlich aus und nimmt das secundär gebildete die Stelle desselben ein. In dieser Weise entstehen offenbar an allen Stellen statt der Wollhaare die bleibenden Haare, wobei nur noch das zu bemerken ist, dass solche Neubildungsvorgänge öfter sich wiederholen und selbst noch beim Erwachsenen sich finden, mithin auch dem Menschen nicht blos ein einmaliger Haarwechsel zukommt.

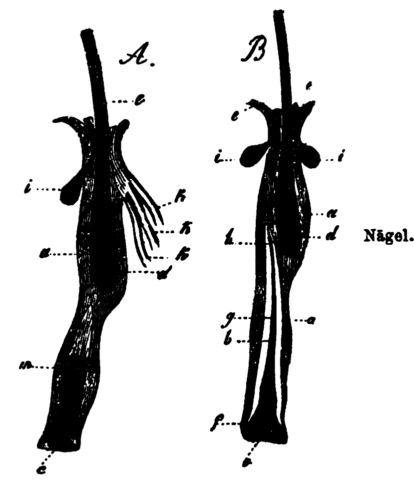


Fig. 225.

Nägel.

Wir kommen nun zur zweiten epidermoidalen Bildung, zu den Nägeln, deren Entwicklung im dritten Monate mit der Entstehung des Nagelbettes und des Nagelfalzes ihren Anfang nimmt, die jedoch anfänglich noch von einer gewöhnlichen Epidermis bekleidet sind. Im vierten Monate zuerst erscheint zwischen der aus Einer Zellenlage bestehenden Hornschicht und der Schleimschicht des Nagelbettes eine einfache Lage platter, blasser, 20 μ grosser Schüppchen, die fest zusammenhängen und als die erste Anlage des Nagels aufzufassen sind, der somit ursprünglich rings von der *Epidermis* umgeben ist und gleich *in toto* auf dem ganzen Nagelbette entsteht. Die erste Bildung des Nagels geht übrigens unzweifelhaft von den Zellen der Schleimschicht aus und so verdickt sich dann auch der Nagel bald durch Zutritt neuer Elemente von derselben

Fig. 225. Ausgezogene Augenwimpern eines einjährigen Kindes, 20 mal vergr. A. Eine solche mit einem Fortsatze der Zwiebel oder äusseren Wurzelscheide von 0,56 mm, in welchem die centralen Zellen länglich sind (ihr Pigment ist nicht wiedergegeben) und als ein deutlicher Kegel von den äusseren sich abgrenzen. B. Augenwimper, in deren Fortsatz von 0,67 mm Länge der innere Kegel in ein Haar und eine innere Wurzelscheide umgebildet ist. Das alte Haar ist höher heraufgerückt und besitzt ebenso wenig wie in A eine innere Wurzelscheide. *a* äussere, *b* innere Wurzelscheide des jungen Haares, *c* Grube für die Haarpapille, *d* Zwiebel, *e* Schaft des alten Haares, *f* Zwiebel, *g* Schaft, *h* Spitze des jungen Haares, *i* Talgdrüsen, *k* drei Schweisskanäle, die in A in den oberen Theil des Haarbalges einmünden, *l* Uebergang der äusseren Wurzelscheide in die Schleimschicht der Oberhaut.

Lage aus, so dass er in der 20. Woche sammt seinem *Rete Malpighii* bereits 54 μ misst, und wächst zugleich auch an den Seiten und an der Wurzel in die Breite und Länge. Immerhin bleibt er bis zum Ende des fünften Monates unter der Hornschicht der Oberhaut und ohne freien Rand, welcher letztere erst nach der Hälfte des sechsten Monates erscheint, so dass im siebenten Monate der Nagel, die grössere Weichheit und den Umfang abgerechnet, in nichts Wesentlichem vom fertigen Nagel abweicht. Bei Neugeborenen sind die Nägel am Körper 0,68—0,74 mm dick und durch ihren weit vorstehenden, dünnen, bis zu 3—4 mm langen freien Rand bemerkenswerth, der nichts anderes als der im Laufe der Entwicklung nach vorn geschobene Nagel einer früheren Periode (ungefähr des sechsten Monates) ist und bald nach der Geburt sich abstösst, welcher Vorgang übrigens noch mehrmals sich wiederholt, bis der Nagel vollkommen ausgebildet ist.

Talgdrüsen.

Von den Drüsen der Haut sind die Talgdrüsen an den meisten Gegenden Wucherungen der Haarbälge, deren äussere Wurzelscheiden kleine, warzenförmige, ganz aus Zellen gebildete Hervorragungen zu einer Zeit treiben, wo die Haare schon etwas entwickelter sind (Fig. 224). Diese Auswüchse gestalten sich zu birn- und flaschenförmigen Gebilden, in welchen dann auch eine Höhle dadurch entsteht, dass die innersten Zellen dieser Anlagen eine physiologische Fettmetamorphose erleiden. Dieses Fett wird dann als erstes Secret oder Hauttalg in die Haarbälge, deren Haare mittlerweile durchgebrochen sind, entleert. Die weitere Entwicklung der Talgdrüsen ist leicht zu begreifen. Die Zellenmasse derselben wuchert durch solide Sprossenbildung weiter, wodurch die Drüse verästelt, traubenförmig wird, und in diesen Knospen geht dann die Bildung von Höhlungen genau ebenso vor sich wie in den ersten Anlagen.

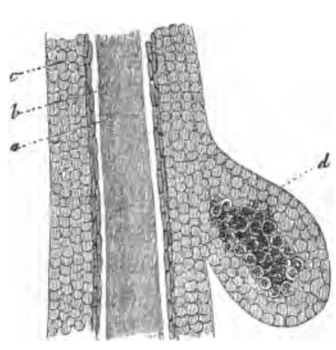


Fig. 226.

Die Bildungsgesetze sind mithin bei diesen Drüsen insofern im Einklange mit dem, was wir bei den Haaren fanden, als es ebenfalls die Schleimschicht der Epidermis ist, von der ihre Entwicklung ausgeht, und die Drüsenanlagen anfänglich auch nichts als solide Massen sind, in denen dann durch Differenzirung der Elemente ein Gegensatz zwischen Wand

Fig. 226. Zur Entwicklung der Talgdrüsen von einem 6monatlichen Fötus, ungefähr 250mal vergr. *a* Haar, *b* innere Wurzelscheide, hier mehr der Hornschicht der Oberhaut gleich, *c* äussere Wurzelscheide, *d* Talgdrüsenanlage.

und Innerem entsteht. Wo die Talgdrüsen selbständig vorkommen, wie z. B. an der *Glans penis*, entwickeln sich dieselben nach dem nämlichen Typus aber direkt von der Epidermis aus.

Schweissdrüsen. Die Schweissdrüsen entwickeln sich genau nach dem Typus der Talgdrüsen. Die ersten Anlagen derselben, die im fünften Fötalmonate erscheinen, gleichen denen der Haarbälge sehr und sind nichts als solide flaschenförmige Auswüchse (Fig. 227) des *Rete Malpighii* der Oberhaut, die in die Cutis sich hinein erstrecken und von einer dünnen Hülle der letzteren umgeben sind. Im weiteren Verlaufe werden diese Auswüchse länger und gestalten sich im sechsten Monate zu leicht gewun-

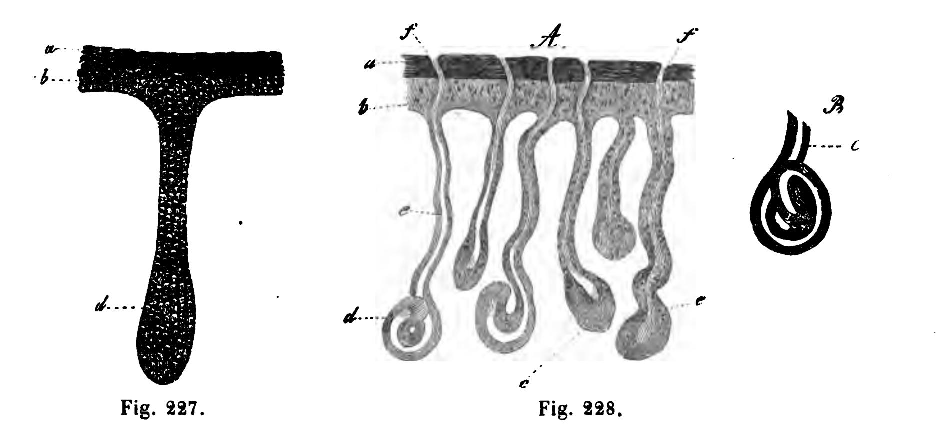


Fig. 227. Fig. 228.

denen schmächtigen Anhängen, deren Enden kolbig verbreitert sind, bestehen jedoch immer noch durch und durch aus kleinen rundlichen Zellen. Erst im siebenten Monate zeigen die Drüsen im Innern einen Kanal, dessen Entstehung wahrscheinlich mit dem Auftreten von Flüssigkeit zwischen den centralen Zellen der Drüsenanlagen zusammenhängt, bei welchem Vorgange vielleicht auch ein Theil dieser Zellen sich auflöst in derselben Weise, wie dies bei der Bildung der Höhlungen in den Talgdrüsen gefunden wird. Um dieselbe Zeit, wo die *Lumina* auftreten, zeigen auch die Enden der Drüsenanlagen ein vermehrtes Wachsthum, verdicken sich und krümmen sich retortenförmig, so dass jetzt auch die

Fig. 227. Schweissdrüsenanlage von einem 5monatlichen menschlichen Embryo, bei 350 maliger Vergr. *a* Hornschicht der Oberhaut, *b* Schleimschicht, *c* *Corium*, *d* Drüsenanlage ohne Lumen aus kleinen runden Zellen bestehend.

Fig. 228. A Schweissdrüsenanlagen aus dem siebenten Monate, 5 mal vergr. Die Buchstaben *a b d* wie bei Fig. 227. Das Lumen *e* ist durchweg vorhanden, nur reicht es nicht ganz bis ans Ende der dickeren Theile der Drüsenanlagen, die zu den Drüsenknäueln sich gestalten. Fortsetzung der Kanäle in die Oberhaut hinein und Schweissporen *f* sind da. B ein Knäuel einer Schweissdrüse aus dem achten Monate.

Anlagen der späteren Drüsenknäuel zu erkennen sind (Fig. 228). Während dies geschieht, brechen dann auch die Höhlen nach aussen durch und entstehen die Oeffnungen der Schweisskanäle, ein Vorgang, der durch Fortsetzung der Lückenbildung auf das *Rete Malpighii* der Oberhaut und Abschuppung der Hornschicht sich erklären lässt. In den letzten Monaten der Schwangerschaft bilden sich dann die Drüsen vollständig aus, so dass sie bei Neugeborenen, abgesehen von der Grösse, in Nichts von denen des Erwachsenen sich unterscheiden.

Milchdrüsen. In derselben Weise wie die Schweissdrüsen bilden sich auch die Milchdrüsen. Ich habe diese Drüsen bei einem fünfmonatlichen männlichen Embryo (Fig. 229, 1) in einem sehr frühen Stadium gesehen, in welchem die ganze Drüse nichts anderes als eine solide Warze der Schleimschicht der Oberhaut darstellte, die von einer Lage dichteren Cutisgewebes umhüllt war. Im weiteren Verlaufe treibt diese Warze Sprossen (etwa 12—15), die schon im siebenten Monate deutlich sind (Fig. 229, 2) und bei Neugeborenen schon eine zierliche Rosette mit kürzeren einfachen und längeren leicht ästigen Anhängen darstellen. Eine einfachere solche Milchdrüse ist in der Fig. 230 nach LANGER dargestellt, doch sind die Drüsen der Neugeborenen meist zusammenge-

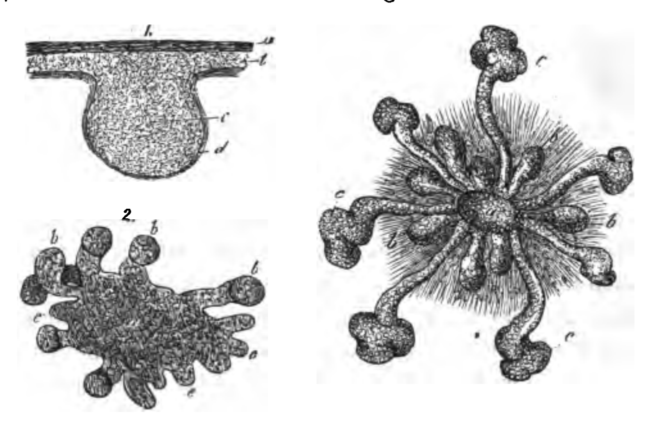


Fig. 229. Fig. 230.

Fig. 229. Zur Entwicklung der Milchdrüse. 1. Milchdrüsenanlage eines fünfmonatlichen männlichen Embryo. *a* Hornschicht, *b* Schleimhaut der Oberhaut, *c* Fortsatz der letzteren oder Anlage der Drüse, *d* Faserhülle um denselben. 2. Milchdrüse eines siebenmonatlichen weiblichen Fötus von oben. *a* Centralmasse der Drüse mit grösseren (*b*) und kleineren (*c*) soliden Auswüchsen, den Anlagen der grossen Drüsenlappen.

Fig. 230. Milchdrüsenanlage eines Neugeborenen. *a* Centralmasse der Drüse, um welche sich kleinere (*b*) und grössere Knospen finden, letztere mit noch solidem kolbenförmigen Ende *c*. — Nach LANGER.

setzter, 0,5—1,0 cm gross und mit einzelnen, 1—2mal gabelig getheilten Ausläufern versehen, die an den Enden eine bis fünf rundliche Knospen tragen. Jeder der in der Fig. 230 gezeichneten Ausläufer ist die Anlage Eines ganzen Milchdrüsenlappens, doch erreichen dieselben bekanntlich erst spät ihre volle Ausbildung, in welcher Beziehung ich auf die Untersuchungen von LANGER und meines Sohnes (Würzb. Verh. 1879) verweise. Der Gang der Entwicklung ist übrigens wie bei den Talgdrüsen, und lässt sich namentlich bei Neugeborenen, bei denen die Milchdrüse in eine Periode lebhafter Entwicklung eintritt, leicht nachweisen, dass die Bildung der Höhlungen in den Drüsenanlagen, die ebenso wie die Oeffnungen an der Warze um diese Zeit auftreten, mit der Bildung fetthaltiger Zellen im Innern derselben zusammenhängt. Diese Zellen sammt etwas Flüssigkeit stellen die sogenannte »Milch der Neugeborenen« dar. Bekanntermaassen tritt bei Neugeborenen beider Geschlechter eine Anschwellung der Brustdrüsen ein, und kann man durch Comprimirung derselben ein milchartiges Sekret auspressen, welches nach der Analyse von SCHLOSSBERGER so ziemlich mit der Milch übereinstimmt. Diese Erscheinung wäre ganz räthselhaft, könnte man nicht nachweisen, dass dieselbe mit der Entwicklung der Hohlräume in den Anlagen der Drüsenabtheilungen zusammenhängt. Die eben erwähnte raschere Entwicklung der Milchdrüsen nach der Geburt, die einen vermehrten Blutandrang im Gefolge hat, erklärt dann auch die häufigen Fälle von Entzündungen des Organes bei Neugeborenen oder Kindern der ersten Wochen, die von colossalen Ectasien der Drüsenräume begleitet sind (TH. KÖLLIKER).

Die **Brustwarze** entsteht erst nach der Geburt durch eine langsame Erhebung der Gegend der ersten Drüsenanlage und ihrer Umgebung.

Smegma embryonum.

Ueber die **Epidermis** selbst ist nun nachträglich noch zu bemerken, dass dieselbe während des Fötallebens offenbar mehrfache **Desquamationen** darbietet, deren Auftreten in früheren Zeiten nicht genauer verfolgt ist, die aber vom fünften Monate an sehr energisch Statt haben. Im sechsten Monate findet man die Embryonen über und über von einer klebrigen, etwas Fett enthaltenden Masse, der sogenannten »Fruchtschmiere«, *Smegma embryonum*, oder dem »Käsefirniss«, *Vernix caseosa*, bedeckt, welche an bestimmten Localitäten, namentlich an den Beugeseiten der Gelenke (Achsel, Knie, Weichen), der Sohle, dem Handteller, dem Rücken, dem Ohre, dem Kopfe und den Genitalien in besonderer Menge angehäuft ist und mikroskopisch aus Epidermisschüppchen und dem Sekrete der um diese Zeit in physiologische Action tretenden Talgdrüsen besteht. Diese Masse, welche auch chemisch untersucht ist, bleibt dann bis gegen das Ende der Geburt. Bei Neugeborenen findet man eine sehr wechselnde Menge derselben vor und sind dieselben

manchmal von diesem Firnisse ganz überzogen, welcher auch den Gebärakt zu erleichtern im Stande ist. Die während des Embryonallebens abgelösten Theile des *Smegma* kommen natürlich in das Amnionwasser zu liegen und können dann aus diesem in den Darmkanal und schliesslich in das *Meconium* des Embryo übergehen.

V. Entwicklung des Muskelsystems.

§ 41.

Die Entwicklung des Muskelsystems, lange Zeit vernachlässigt, fängt in neuerer Zeit an, grössere Aufmerksamkeit auf sich zu lenken, doch sind wir immer noch weit entfernt, eine volle Einsicht in die wichtigsten, auf dieselbe sich beziehenden Vorgänge zu besitzen.

Primitivorgane des Muskelsystems. Geht man auf die allererste Entwicklung der Muskeln ein, so ergiebt sich die wichtige Thatsache, dass schon in früher Zeit bei den Embryonen aller Wirbelthiere besondere Primitivorgane sich bilden, aus denen ein grosser Theil des Muskelsystems hervorgeht. Es sind dies die **Muskelplatten.** früher schon mehrfach besprochenen Muskelplatten oder Rückentafeln von Remak, welche bei Vögeln und Säugethieren aus dem dorsalen Theile der Urwirbel sich hervorbilden. Diese Muskelplatten stellen bei den Vögeln anfangs einfache Blätter dar, werden dann aber später, allem Anscheine nach durch Wucherungen und Umbiegungen vom dorsalen und ventralen Rande aus, doppelt (Fig. 231 *am*, *im*) und wandeln sich dann in erster Linie mit ihrer tieferen Lage in longitudinal verlaufende Muskelfasern um, welche ebenso wie die Wirbel viele Segmente darstellen und in der auffälligsten Weise an die Muskelsegmente der niedersten Wirbelthiere erinnern. Embryonen des Hühnchens und von Säugern besitzen lange Zeit nur diese fischähnlichen Muskeln, dann aber entwickeln sich an der Aussenseite derselben, Schicht um Schicht, neue Muskellagen, wie, hat noch Niemand verfolgt. Ich vermuthe, dass die oberflächliche Lage *am* der Muskelplatte, die zur Zeit, wo die ersten segmentirten vertebralen Muskeln auftreten, noch aus mehr indifferenten Zellen besteht, durch Wucherung dieser Elemente und morphologische Differenzirungen neue Muskeln erzeugt, bis die typischen Gestaltungen alle vorhanden sind, doch wird man, so lange als nicht genauere Untersuchungen vorliegen, auch die Frage zu berücksichtigen haben, ob nicht auch die innere Muskelplatte an diesen Vorgängen sich betheiligt.

Mit Rücksicht auf die Muskeln, die bei den höheren Wirbelthieren aus den Muskelplatten hervorgehen, unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass dieselben alle dorsalen vertebralen Muskeln, d. h. alle Rückenmuskeln, mit Ausnahme der Extremitätenmuskeln (*Cucullaris*, *Latissimus*, *Rhomboideus*, *Levator scapulae*), aber vielleicht mit Inbegriff gewisser visceralen Muskeln, wie der *Levatores costarum*, liefern. Ferner erzeugen die Muskelplatten aber auch, indem sie mit den Rippenanlagen und ventralen Aesten der Nerven in die seitliche und vordere Leibeswand hineinwachsen (s. § 12 und Fig. 59), die viscerale Muskulatur von Hals, Brust und Bauch und die ventralen vertebralen Muskeln, wo solche, wie am Schwanze vieler Thiere, sich finden. Die hierher gehörigen Muskeln sind 1) alle oberflächlichen Halsmuskeln mit Ausnahme des Platysma, 2) alle visceralen Muskeln der Brust (*Scaleni*, *Serrati postici*, *Intercostales*, *Triangulares sterni*, *Infracostales*, *Diaphragma*), 3) alle Bauchmuskeln mit Inbegriff des *Quadratus lumborum*, 4) bei Thieren mit unteren Bogen an der Schwanzwirbelsäule die ventralen äusseren Schwanzmuskeln.

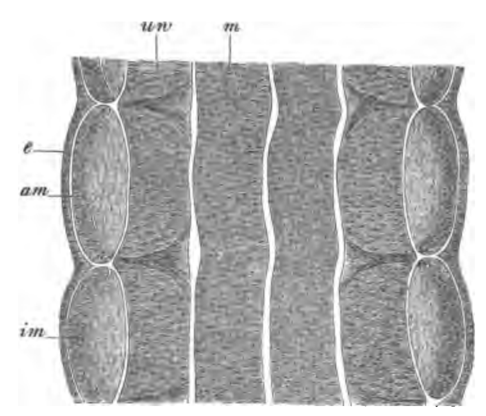


Fig. 231.

Wenn man erwägt, wie viele Muskeln nachweisbar aus den Muskelplatten der Urwirbel hervorgehen, so liegt es nahe, die Frage aufzuwerfen, ob nicht das gesammte Muskelsystem, mit einziger Ausnahme vielleicht der Hautmuskeln und gewisser Eingeweidemuskeln, aus denselben oder ihnen gleichwerthigen Primitivorganen hervorgehe. In der That haben auch Kleinenberg und Balfour nachzuweisen versucht, dass die Extremitätenmuskeln von den Muskelplatten der Urwirbel abstammen, und beschreiben ferner Götte bei Bombinator und Balfour bei Elasmobranchiern auch am Kopfe urwirbelartige Segmente, aus denen, wie Balfour bestimmt hervorhebt, die Kopfmuskeln hervorgehen sollen.

Meine Stellung zu dieser wichtigen Frage ist folgende:

Fig. 231. Frontaler Längsschnitt durch den Rücken eines Hühnerembryo vom 3. Tage, 78mal vergr. *e* Ectoderma; *am* äussere Lage der Muskelplatte; *im* innere längsfaserige Schicht derselben; *uw* eigentlicher Urwirbel; *m* Medullarrohr.

Was die Extremitätenmuskeln anlangt, so wachsen auf keinen Fall die Muskelplatten als solche in die Extremitätenanlagen hinein und ist die Annahme einer selbständigen Entstehung der Gliedermuskeln vorläufig wohl ebenso gerechtfertigt, wie die andere Annahme. In Betreff der Kopfmuskeln haben die Säugethiere bis jetzt nichts von Primitivorganen erkennen lassen und ist es aus diesem Grunde auch kein Leichtes, diese Muskeln auf diejenigen des übrigen Rumpfes zurückzuführen; immerhin lassen sich, in Berücksichtigung der Körperregionen und der Skeletttheile, an denen die betreffenden Muskeln entstehen, auch am Kopfe viscerale Muskeln (Kaumuskeln, Zungenmuskeln, Zungenbeinmuskeln z. Th., innere Ohrmuskeln) unterscheiden, wogegen es vorläufig unentschieden bleiben muss, wohin die Schädeldach-, Gesichts-, Ohr- und Augenmuskeln zählen.

Auch am Rumpfe fehlen übrigens Muskeln nicht, die mit der embryonalen Muskelplatte in keiner Verbindung stehen und auch sonst keine Primitivorgane als Vorläufer besitzen. Als solche mache ich namhaft einmal die Hautmuskeln und zweitens die sogenannten vorderen vertebralen Muskeln (*Longus colli*, *Recti antici*, ventrale Schwanzmuskeln der Säuger z. Th.), die ich schon in der 1. Aufl. m. Entwicklg. als eine besondere Muskelgruppe bezeichnete. Zu diesen Muskeln kommen nun noch andere, die an den Eingeweiden (Pharynx, Oesophagus, Rectum, Larynx, Sexual- und Harnorgane) und am Gefässsysteme (Herz, grosse Venen) sich finden, und ergiebt sich somit, auch wenn man von der glatten Muskulatur absieht, dass die Fähigkeit zur Erzeugung von Muskeln im mittleren Keimblatte weit verbreitet ist und, wenn auch vor Allem den Urwirbeln und Urwirbelplatten zukommend, doch auch den Hautplatten und selbst der Darmfaserplatte nicht fehlt.

Natürliche Muskelgruppen.

Erwägt man alle hier besprochenen Verhältnisse, so scheint vom Standpunkte der Entwicklungsgeschichte folgende Eintheilung der Muskeln als die naturgemässeste sich zu ergeben.

I. Stammmuskeln oder Muskeln, die aus den Urwirbeln oder, wie am Kopfe, aus den Urwirbelplatten oder mit anderen Worten aus der Stammzone des Embryo hervorgehen, und z. Th. Primitivorgane, die embryonalen Muskelplatten, als Vorläufer haben. Dieselben zerfallen:

1) in dorsale Stammmuskeln
   a. des Rumpfes (dorsale vertebrale Muskeln, *Levatores costarum* [?]),
   b. des Kopfes (fehlen),

2) in ventrale Stammmuskeln
   a. des Rumpfes (oberflächliche Halsmuskeln, viscerale Thorax-

muskeln, Bauchmuskeln, *Diaphragma*, äussere ventrale Schwanzmuskeln),

b. des Kopfes (Kaumuskeln, innere Ohrmuskeln, Zungenmuskeln, Zungenbeinmuskeln z. Th.).

Vielleicht zählen auch die vorderen vertebralen Muskeln in dieser Abtheilung 2 zu a.. Wo nicht, so wäre für dieselben, die sicher aus der Stammzone der Embryonalanlage hervorgehen, eine besondere 3. Abtheilung zu bilden.

II. Parietalmuskeln oder Muskeln, die aus der Parietalzone der Embryonalanlage sich bilden Ich theile dieselben folgendermassen ein:

A. Muskeln, die aus der Hautplatte entstehen.
Hierher gehören:

1) Die Extremitätengürtel- und Extremitätenmuskeln.
2) Die Hautmuskeln (*Platysma*,. Gesichtsmuskeln, *Epicranius*, äussere Ohrmuskeln, Augenmuskeln [?]).
3) Die Muskeln am Beckenausgange (*Ischiocavernosus*, *Transversi perinaei*, *Levator ani*).

B. Muskeln, die aus der Darmfaserplatte sich bilden.
Hierher zählen alle Muskeln an Eingeweiden und die des Gefässsystems.

Mit diesen allgemeinen Betrachtungen ist die Lehre von der Entwicklung der Muskeln noch lange nicht erschöpft und hätte denselben nun eigentlich noch eine specielle Entwicklungsgeschichte der Muskeln sich anzureihen. Da jedoch diese Seite der Frage noch kaum in Angriff genommen wurde, so beschränke ich mich darauf, einige besondere Gesichtspunkte hervorzuheben, die bei weiteren Forschungen der Art besondere Beachtung verdienen.

1) Manche Muskeln zeigen bei ihrer Weiterbildung Lageveränderungen. Längst bekannt sind solche an den hinteren vertebralen Muskeln, die, so lange als die Wirbelbogen nicht vereint sind, weit von der Mittellinie abstehen (Fig. 58) und beim Menschen dieselbe erst im dritten und zum Theil selbst im vierten Monate erreichen. Ebenso liegen auch die visceralen Brust- und Bauchmuskeln anfänglich ganz seitlich, wovon man an jungen Säugethierembryonen und auch beim Menschen leicht sich überzeugt. Aehnliche Verschiebungen müssen auch beim *Diaphragma* vorkommen, wenn dasselbe, wie mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf, aus zwei Hälften sich bildet, die sich entwickeln, bevor das Brustbein entstanden, oder mit anderen Worten die Brust geschlossen ist.

Auf interessante Lageveränderungen an Muskeln, von denen so etwas nicht zu erwarten war, hat in neuester Zeit Dr. G. Ruge aufmerksam gemacht, nämlich an den *Interossei pedis* (*et manus*), die anfänglich alle an der Plantarseite der Metacarpusknochen liegen und erst bei einer Fusslänge von 1,6 cm ihre bleibende Stellung annehmen.

2) Ein weiterer beachtenswerther Punkt sind die Veränderungen der Insertionen, welche manche Muskeln im Laufe der Entwicklung erleiden. So habe ich am *Mylohyoideus* des Menschen und von Säugern gefunden, dass derselbe zu einer gewissen Zeit an den Meckel'schen Knorpel sich ansetzt, während er doch später überall am Unterkiefer haftet, und Götte meldet, dass der *Musculus temporalis* von *Bombinator* während der Metamorphose seinen Ursprung von der Hinterwand der Augenhöhle auf die Schädeldecke verschiebe. Aehnliche Veränderungen müssen an Skeletttheilen, die sich umgestalten, noch viele vorkommen, und werden daher vor Allem bei niederen Wirbelthieren zu treffen sein.

3) Endlich verdient auch das Schwinden von Muskeln und die Neubildung von solchen Beachtung, auf die Schneider die Aufmerksamkeit gelenkt hat, und wird genau zu prüfen sein, ob wirklich bei den Batrachiern gewisse Muskeln ganz vergehen und neue an ihre Stelle treten, wie dieser Autor annimmt, oder ob die unzweifelhaft vorkommenden Aenderungen nur auf einem Wechsel der Elementartheile beruhen, wie Götte behauptet.

Beim Menschen werden die Muskeln im zweiten Monate um die 6.—7. Woche deutlich, doch legen sich dieselben offenbar viel früher an, wie Erfahrungen an Säugethieren lehren. So zeigen Kaninchenembryonen von 9—10 Tagen und 4—5 mm Länge die segmentirten vertebralen Längsmuskeln ganz deutlich, und bei solchen von 14—16 Tagen sind viele Rumpfmuskeln und auch die Extremitätengürtelmuskeln angelegt.

VI. Entwicklung des Darmsystems.

A. Entwicklung des Darmkanales.

§ 42.

Anfangsdarm, Zähne, Speicheldrüsen.

Rückblick auf die erste Bildung des Darmes.

Die erste Bildung des Darmkanales ist schon in früheren §§ vielfältig zur Besprechung gekommen und wird es genügen, an diesem Orte die Hauptzüge zu wiederholen. Wir haben gesehen, wie im Bereiche

der Embryonalanlage das innere Keimblatt (Entoderma) oder das Darmdrüsenblatt unter Betheiligung einer Schicht des mittleren Keimblattes, der Darmfaserplatte, nach und nach beim Hühnchen vom Dottersacke, beim Säugethiere von der Keimblase sich abschnürt und anfangs zu einer Halbrinne, bald aber zu einem vorn und hinten geschlossenen Rohre sich gestaltet. Dass dieses Rohr oder die Anlage des Darmes endlich ganz vom Dottersacke sich ablöst und mit einer vorderen und hinteren Oeffnung sich versieht, ist ebenfalls schon beschrieben worden, und können wir uns mithin gleich zur Betrachtung der weiteren Entwicklung des Darmkanales wenden, indem wir den in den Figg. 125, 4 und 232 dargestellten Zustand als Ausgangspunkt nehmen. Vorher ist jedoch noch die Gliederung des embryonalen Darmkanales etwas einlässlicher zu besprechen, als es früher geschah.

Abschnitte des embryonalen Darmes.

Fasst man die allerersten Zustände des Darmkanales ins Auge, so ergiebt sich als rationellste Eintheilung des Darmes die in einen mittleren Abschnitt, der aus dem Entoderma und dem Mesoderma sich hervorbildet, und in ein Anfangs- und ein Endstück, bei deren Entstehung das Ectoderma oder äussere Keimblatt sich betheiligt. Von diesen drei Theilen liefert das Anfangsstück die Mundhöhle bis zu den *Arcus glossopalatini* und das Endstück den äussersten Theil der sogenannten Kloake oder des Raumes, in den anfänglich das Urogenital- und Darmsystem zusammenmünden, während aus dem mittleren Abschnitte der ganze übrige Tractus und auch wesentliche Theile des Urogenitalsystems hervorgehen. Zur Bezeichnung dieser drei Theile sind die Namen »Munddarm«, »Mitteldarm« oder Urdarm und »Afterdarm« brauchbar, nur muss der Mitteldarm, der die grössten Umgestaltungen erleidet, auch noch in Unterabtheilungen gebracht werden, die sich als Vorderdarm, Mitteldarm im engeren Sinne und als Enddarm bezeichnen lassen. Der Vorderdarm umfasst die Rachenhöhle und Speiseröhre, Darmstücke, die lange Zeit hindurch einer hinteren Faserwand entbehren, kein Gekröse besitzen und in keiner besonderen Höhlung gelegen sind, auch physiologisch eine mehr untergeordnete Rolle spielen. Die zum Mitteldarme gehörenden Theile, Magen, Dünndarm, Dickdarm, liegen in einer besonderen Höhle, haben von Anfang an eine wenn auch nicht sofort vollkommene hintere Wand und sind physiologisch die bedeutungsvollsten. Der Enddarm endlich entspricht dem Mastdarme mit Ausnahme seines untersten Endes und erhält dadurch eine grosse Bedeutung, dass die Allantois und das Urogenitalsystem in besonderen Beziehungen zu demselben stehen. Bei der folgenden Betrachtung führen wir die einzelnen Theile des Tractus einfach der Reihe nach von oben nach unten auf.

Mundhöhle.

Die primitive Mundhöhle, deren Bildung früher schon

besprochen wurde, ist anfänglich sehr kurz und weit (Fig. 233), erhält jedoch durch das Vortreten des ersten Kiemenbogens und des Stirnfortsatzes bald eine grössere Tiefe und erleidet dann auch, gleichzeitig mit der Entwicklung des Geruchsorganes und des Gaumens,



Fig. 232.

weitere Veränderungen, in Folge derer sie mit den Geruchsgrübchen in Verbindung tritt und dann in einen oberen respiratorischen und einen unteren digestiven Abschnitt sich sondert, wie dies oben beim Gesichte (§ 24) und beim Geruchsorgane (§ 39) geschildert wurde.

Zunge. In der Mundhöhle entwickeln sich die Zunge, die Zähne, die Speicheldrüsen nebst den kleinen drüsigen Organen, die man in

Fig. 232. Embryo eines Hundes von 25 Tagen, 2mal vergrössert, von vorn und gestreckt. Die vordere Bauchwand ist theils entfernt, theils nicht dargestellt, so dass die Bauchhöhle viel weiter offen steht, als sie in dieser Zeit sich findet und das Herz blosszuliegen scheint. *a* Nasengruben; *b* Augen; *c* Unterkiefer (erster Kiemenbogen), *d* zweiter Kiemenbogen; *e* rechtes, *f* linkes Herzohr; *g* rechte, *h* linke Kammer; *i* Aorta; *kk* Leberlappen mit dem Lumen der *Vena omphalo-mesenterica* dazwischen; *l* Magen; *m* Darm, durch einen kurzen engen Dottergang mit dem Dottersacke *n* verbunden, hier schon mit einem Gekröse versehen, das aber nicht dargestellt ist, und eine vortretende Schleife bildend; *o* WOLFF'scher Körper; *pp* Allantois; *q* vordere, *r* hintere Extremitäten. Nach BISCHOFF.

den Wänden der Schleimhaut findet. Was zuerst die Zunge anlangt, so wuchert dieselbe nach den Angaben von Reichert von den vereinten Enden der Unterkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens hervor.

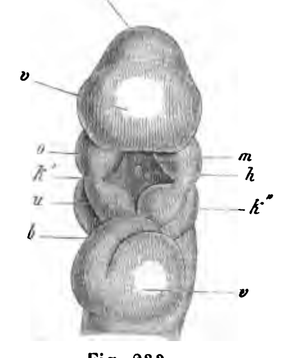


Fig. 233.

Beim Kaninchen entwickelt sich nach meinen Erfahrungen die Zunge als ein einfacher unpaarer Körper an der Innenfläche der drei ersten Kiemenbogen, so jedoch, dass ihre Hauptmasse vom ersten Bogen stammt. Selbstverständlich liegt das Blastem, das die Zunge liefert, an der Innenseite der knorpeligen Theile der genannten Bogen, und geht die Hauptmasse desselben in den Muskelkörper der Zunge über.

Die beim Menschen im zweiten Monate gebildete Zunge wird bald gross und breit (Fig. 119), füllt nicht nur die ganze primitive Mundhöhle vor der Bildung des Gaumens aus (Fig. 234),

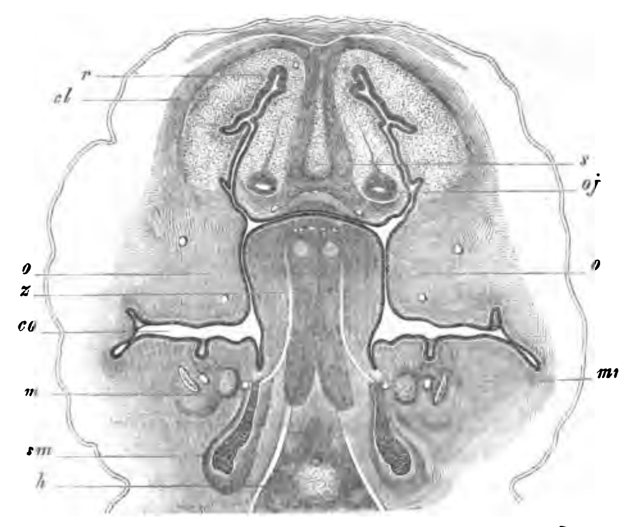


Fig. 234.

Fig. 233. Kopf eines Kaninchenembryo von 10 Tagen von vorn und unten. 12mal vergr. *v* Vorderkopf mit dem Vorderhirn; *a* Auge; *s* Scheitelhöcker mit dem Mittelhirn; *k'* erster Kiemenbogen; *o, u* dessen Ober- und Unterkieferfortsatz; *m* Mundöffnung; *h* Hypophysistasche; *k''* zweiter Kiemenbogen; *b Bulbus aortae; v* Kammer; *at* Atrium.

Fig. 234. Querschnitt durch den Kopf eines Kaninchenembryo von 15 Tagen, 23mal vergr. *o* Oberkieferfortsätze der ersten Kiemenbogen, resp. Gaumenplatten

sondern tritt auch bald in etwas zur Mundöffnung hervor. Später mit der Entwicklung des Gaumens zieht sich dieselbe zurück und zeigt dann bald die bleibenden Verhältnisse. Die Papillen beginnen im 3. Monate sich zu entwickeln, und erscheinen zuerst die *Conicae* und *Circumvallatae*.

Fig. 235.

Zähne.

Schmelzkeim.

Die Entwicklung der 20 Milchzähne beginnt im 2. Monate des Fötallebens mit der Bildung eines besonderen epithelialen Organes, das ich den »Schmelzkeim« nenne. Derselbe stellt in jeder Kieferhälfte einen zusammenhängenden platten Fortsatz der tiefsten Lagen des Mundhöhlenepithels dar, der seine Flächen nach aussen und nach innen wendet, und (Fig. 236) anfänglich überall gleichmässig dünn ist und nicht erkennen lässt, wo die einzelnen Zahnsäckchen sich entwickeln. Später bilden sich in der tieferen Hälfte desselben einzelne Stellen, entsprechend der Zahl der Zähne, eigenthümlich um und gestalten sich zu den einzelnen

Schmelzorgane. *Organa adamantinae.*

Schmelzorganen (Fig. 237). Diese Umwandlung beruht auf Folgendem. Erstens und vor Allem verdickt sich der Schmelzkeim an diesen Stellen und wird erst kolben- und dann kappenförmig. Zweitens wandeln sich die inneren Zellen der Schmelzorgananlagen in ein Gallertgewebe mit sternförmigen anastomosirenden Zellen und einer hellen weichen Zwischensubstanz, die sogenannte Schmelzpulpe, um, und drittens lösen sich die einzelnen Schmelzorgane von einander. Gleichzeitig mit den

derselben; *z* Zunge; *m Cartilago Meckelii; sm Glandula submaxillaris; mi Maxilla inferior; h* Zungenbein (knorpelig); *s Septum narium; cl Cartilago lateralis nasi; oj Organum Jacobsonii; r* Riechepithel; *co Cavitas oris*, in deren Wandungen vier Zahnkeime sichtbar sind.

Fig. 235. Ein Stückchen des Gaumens eines Kalbsembryo mit dem rechten Zahnwalle. *a* Zahnwall, wesentlich aus einer Verdickung des Epithels bestehend; *b* tiefste Lagen des Epithels; *c* Rest des Schmelzkeimes mit dem Schmelzorgane *d, e, f* verbunden; *d* äussere Epithelschicht des Schmelzorganes; *d'* Epithelialsprossen desselben; *e* gallertiges Epithel des Schmelzorganes; *f* inneres Epithel des Schmelzorganes oder Schmelzmembran; *g* Zahnkeim; *h* erste Andeutung der festeren Bindegewebslage des Zahnsäckchens; *i* äusserste Theile der Schleimhaut, die z. Th. in die innere weiche Bindegewebsschicht des Zahnsäckchens sich umwandeln; *k* einzelne Knochenbalken der *Maxilla superior*. Vergr. 23.

Schmelzorganen treten auch die Zahnpapillen oder Zahnkeime (*Papillae s. Pulpae dentium*) als Wucherungen der angrenzenden *Mucosa* auf, treiben die tiefe Wand der Schmelzorgane an die obere an und bewirken deren Umwandlung in die Form einer Kappe (Fig. 235). Es erscheint somit der Theil des Schmelzorganes, der die Papille überzieht,

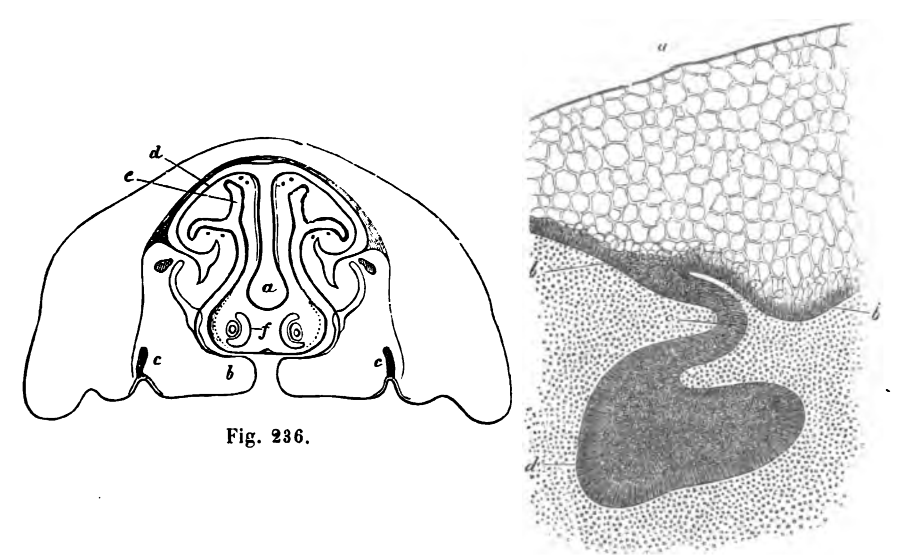


Fig. 236.

Fig. 237.

oder die Schmelzmembran (*Membrana adamantinae*) (Fig. 235 *f*), die aus schönen cylindrischen Zellen besteht, recht eigentlich als das Epithel der Zahnpapille. Uebrigens bildet sich nicht nur in der Gegend der Zahnpapille, sondern auch im übrigen Umkreise des Schmelzorganes eine innigere Verbindung desselben mit der Mucosa, indem das äussere Epithel des Schmelzorganes *d*, besonders an den der Papille entgegengesetzten Stellen, gegen die *Mucosa* Epithelialfortsätze treibt und zwi-

Fig. 236. Senkrechter Schnitt durch den Gesichtstheil eines jungen Kalbsembryo mit Gaumenspalte, mit Weglassung des Unterkiefers und der Zunge. Ger. Vergr. *a* knorpelige Nasenscheidewand; *b* Gaumenfortsätze des Oberkiefers mit der Gaumenspalte; *c* die jungen Schmelzkeime der Backzähne des Oberkiefers; *d* knorpelige Decke der Nasenhöhle *e*; *f* Jacobson'sche Organe sammt dem sie begrenzenden Knorpel.

Fig. 237. Ein Stückchen des Gaumens eines Schafsembryo in der Gegend des rechten Zahnwalles. 100mal vergr. *a* Epithel des Zahnwalles, dessen äusserer Theil nicht dargestellt ist; *b* tiefste cylindrische Zellen des Epithels; *c* Schmelzkeim, Fortsetzung der tiefsten Lagen des Epithels; *d* äussere längliche Zellen des in Bildung begriffenen Schmelzorganes; *e* innere rundliche Zellen.

schen diesen Gefässe führende zottenartige Auswüchse der umgebenden *Mucosa* sich entwickeln. Die Zahnpapillen gleichen in der Form den späteren Zähnen und sind entweder einfach oder mit mehrfachen Höckern und Wurzeln versehen. Im Inneren führen sie reichliche Gefässe und Nerven und an ihrer Oberfläche eine Lage cylindrischer Zahnbildungszellen (*Odontoblasten*) ähnlich den *Osteoblasten*, die in toto die Elfenbeinhaut, *Membrana eboris* bilden.

Zahnsäckchen.

Erst nachdem Zahnkeime und Schmelzorgane vollkommen angelegt sind, zeigen sich die ersten Spuren der Zahnsäckchen dadurch, dass ein Theil des umgebenden Bindegewebes sich verdichtet (Fig. 238), und bestehen die Säckchen, wenn angelegt, aus zwei Theilen, nämlich aus einer dünnen festen Wand und einem inneren, mehr lockeren Gewebe, das in seiner Dichtigkeit an die Gallerte des Schmelzorganes erinnert, jedoch den Bau gewöhnlichen lockeren embryonalen Bindegewebes besitzt. Diese Lage und die Zahnpapille, die offenbar gleichwerthig sind, sind auch die Träger der feineren Verästelungen der Gefässe der Zahnsäckchen, deren Endschlingen allerwärts im Umkreise des Schmelzorganes stehen, ohne jedoch, wie leicht begreiflich, irgendwo in dasselbe hinein zu reichen.

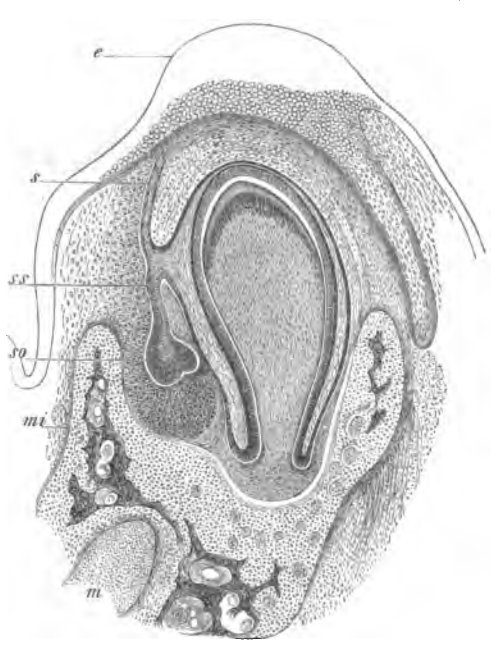


Fig. 238.

Entwicklung der Säckchen der bleibenden Zähne.

In eben geschilderter Weise ausgebildete Zahnsäckchen stehen immer noch, wie die Fig. 235 darthut, durch ihre Schmelzorgane mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung, indem die Reste der Schmelz-

Fig. 238. Querschnitt durch den Unterkiefer und ein Milchzahnsäckchen des Embryo einer Katze, nach einem Präparate von Stieda. Vergr. 40. *e* Epithelialwulst des Kieferrandes; *ss* secundärer Schmelzkeim mit *so* dem secundären Schmelzorgane des bleibenden Zahnes als Wucherung von *s* dem primären Schmelzkeime; *mi Maxilla inferior; m Cartilago Meckelii.*

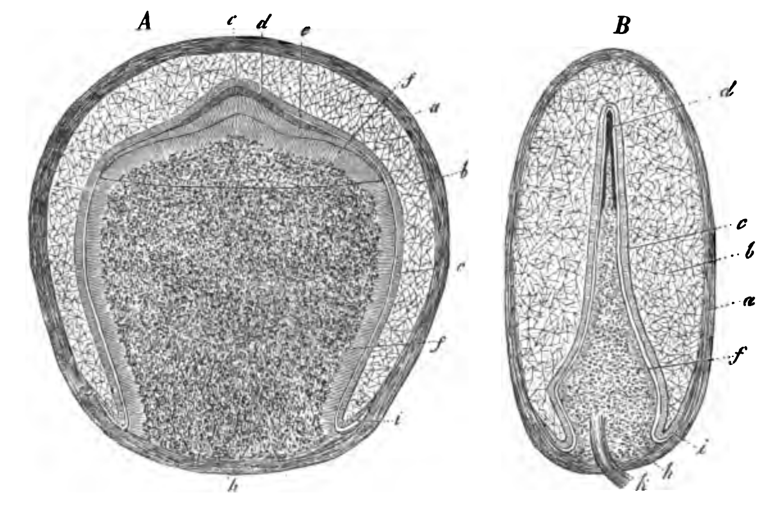
keime durchaus nicht sofort vergehen, nachdem sie die Schmelzorgane erzeugt haben. Vielmehr kommt denselben, oder den »Hälsen der Schmelzorgane« die wichtige Bedeutung zu, die Anlagen auch für die Schmelzorgane der bleibenden Zähne zu erzeugen, indem sie regelrecht neben den Zahnsäckchen besondere Fortsätze treiben, die ich die secundären Schmelzkeime nenne (Fig. 238). Dieselben finden sich immer in der Höhe der betreffenden Schmelzorgane und an der medialen Seite derselben, gehen nahe an der Verbindung des Restes der Schmelzkeime mit diesen ab und haben genau den Bau der tieferen Theile des ursprünglichen Schmelzkeimes. Die Umwandlung dieser Bildungen und der umgebenden Theile der Mucosa in die bleibenden Zahnsäckchen geht genau ebenso vor sich, wie bei den Schmelzkeimen der Milchzähne, mit dem Unterschiede jedoch, dass die secundären Schmelzkeime untereinander nicht zusammenhängen und jeder Keim nur mit seinem Säckchen in Verbindung steht (Fig. 238), und will ich nur noch bemerken, dass die ausgebildeten Säckchen der bleibenden Zähne genau denselben Bau besitzen, wie die der Milchzähne.

Wie die Säckchen der 3 letzten Backzähne sich entwickeln, ist noch nicht untersucht, doch ist es wahrscheinlich, dass dieselben ganz selbständig, wie diejenigen der Milchzähne, aus dem hintersten Theile der primitiven Schmelzkeime sich bilden.

Bildung der Milchzähne.

Die Bildung der 20 Milchzähne beginnt im fünften Fötalmonate, und im siebenten Monate sind dieselben alle in Ossification begriffen. Die Verknöcherung beginnt an der Spitze der Zahnpulpa mit der Bildung von kleinen Scherbchen von Zahnbein, die bei den Backzähnen anfänglich, entsprechend den Hügeln des Keimes, mehrfach sind, jedoch bald mit einander verschmelzen. Gleich nach dem Auftreten eines Zahnbeinscherbchens entsteht auch von dem Schmelzorgane aus eine dünne Lage von Schmelz, die mit dem Zahnbeine verschmilzt und so die erste Anlage der Zahnkrone bildet. Weiter dehnt sich das Zahnbeinscherbchen über die Pulpa aus und wird dicker, so dass es bald wie eine Mütze auf dem Keime sitzt (Fig. 239) und schliesslich ähnlich einer Kapsel denselben, der, je mehr die Ossification zunimmt, um so mehr sich verkleinert, ganz und eng umfasst; zugleich folgt auch die Schmelzablagerung nach, so dass dieselbe bald von der Gesammtoberfläche der Schmelzhaut ausgeht, und wird immer mächtiger. So bildet sich schliesslich der ganze Schmelz um die Elfenbeinlage der Krone, während das Schmelzorgan und die Zahnpulpa immer mehr an Masse abnehmen, bis jenes nur noch ein dünnes Häutchen ist und letztere den Verhältnissen, die sie im fertigen Zahne zeigt, sich nähert. Vom Cemente und der Zahnwurzel ist aber noch immer nichts da; dieselben entstehen erst, wenn die Krone

ziemlich fertig ist und der Zahn zum Durchbruche sich anschickt. Um diese Zeit wächst der Zahnkeim stark in die Länge, während das Schmelzorgan verkümmert, und lagert sich auf seinen neu hervorspros-



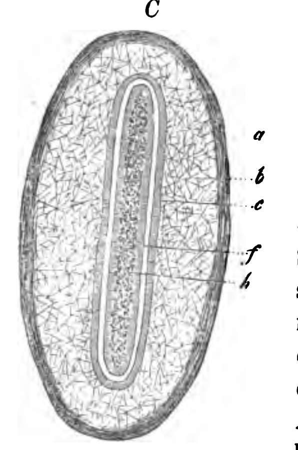


Fig. 239.

senden Theilen nur Elfenbein ab, nämlich das der Wurzel. Der so in die Höhe getriebene Zahn beginnt gegen die obere Wand des Zahnsäckchens und das mit demselben verwachsene feste Zahnfleisch zu drängen, bricht allmälig durch dieselben, in denen auch selbständig ein Schwinden eintritt, hindurch und kommt schliesslich zu Tage. Nun zieht sich das Zahnfleisch um ihn zusammen, während der nicht durchbrochene Theil des Zahnsäckchens eng an die Wurzel sich anlegt und zum Perioste der Alveole wird. Seine Vollendung erhält der Milchzahn, der nach dem Durchbruche immer noch eine weite Höhle mit grosser Mündung am Wurzelende besitzt,

Fig. 239. *A* Zahnsäckchen des zweiten Schneidezahnes eines achtmonatlichen menschlichen Embryo, im Sagittalschnitte, 7mal vergr. *a* Zahnsäckchen; *b* Schmelzpulpe; *c* Schmelzmembran; *d* Schmelz; *e* Zahnbein; *f* Elfenbeinzellen; *g* Grenze des Zahnbeinscherbchens; *h* Zahnpapille, *i* Rand des Schmelzorganes. *B* Erster Schneidezahn desselben Embryo im Frontalschnitte. Buchstaben wie vorhin. *a* Zahnscherbchen in *toto; k* Nerv und Gefässe der Papille. *C* Querschnitt durch ein Zahnsäckchen mit allen seinen Theilen. Buchstaben wie vorhin.

dadurch, dass 1) noch der Rest der Wurzel angesetzt wird, wodurch bald die Krone in normaler Länge hervortritt, 2) die Zahnhöhle und der Zahnkanal durch fortgesetzte Ablagerungen aus der Zahnpulpa immer mehr sich verengert und der Zahnkeim entsprechend sich verkleinert, und 3) aus einer vom Zahnsäckchen, das nun mit dem Perioste der Alveole verschmilzt, geschehenden Ablagerung, die schon vor dem Durchbruche beginnt, das Cement um die Wurzel sich anlegt. An Zähnen mit mehreren Wurzeln wird der anfangs einfache Keim bei seiner Verlängerung da, wo er festsitzt, gespalten, und entwickelt dann um jede Abtheilung herum eine Wurzel. — Der Durchbruch der Milchzähne geschieht in folgender Reihe. Innere Schneidezähne des Unterkiefers im 6.—8. Monate, innere Schneidezähne des Oberkiefers einige Wochen später, äussere Schneidezähne im 7.—9. Monate, die des Unterkiefers zuerst, vordere Backzähne im 12.—14. Monate, die des Unterkiefers zuerst, Hundszähne im 15.—20. Monate, zweite Backzähne zwischen dem 20. und 30. Monate.

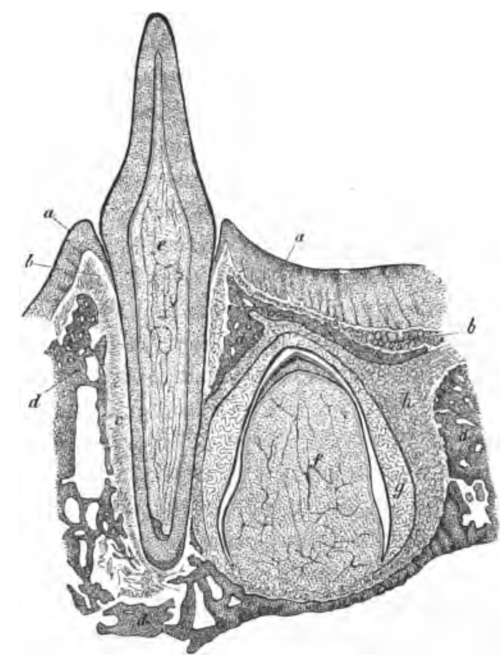


Fig. 240.

Durchbruch der Milchzähne.

Die bleibenden Zähne entwickeln sich genau in derselben Weise

Bildung der bleibenden Zähne.

Fig. 240. Senkrechter Schnitt durch einen Theil des Kiefers und einen Milchschneidezahn sammt dem Ersatzzahne einer jungen Katze. Nach einem Präparate von Thiersch. Vergr. 14. Die Zeichnung von Dr. C. Genth. *a* Epithel des Zahnfleisches; *b* Bindegewebslage des Zahnfleisches übergehend in *c* das Periost der Alveole; *d* knöcherne Alveolen beider Zähne; *e* Pulpa des Milchzahnes; *f* Pulpa des Ersatzzahnes, beide mit zahlreichen Gefässen und den Elfenbeinzellen an der Oberfläche, die nur als gestreifter Saum sichtbar sind; *g* Schmelzorgan des Ersatzzahnes, eine kleine Kappe von Schmelz und Elfenbein bedeckend, zwischen welchen Lagen eine zufällige Lücke sich findet; *h* Bindesubstanz um den Ersatzzahn, kein scharf begrenztes Säckchen darstellend.

wie die Milchzähne. Ihre Ossification beginnt etwas vor der Geburt in den ersten grossen Backzähnen, schreitet im ersten, zweiten und dritten Jahre auf die Schneidezähne, Eckzähne und kleinen Backzähne fort, so dass im sechsten und siebenten Jahre zu gleicher Zeit 48 Zähne in beiden Kiefern enthalten sind, nämlich 20 Milchzähne und alle bleibenden, mit Ausnahme der Weisheitszähne. Beim Zahnwechsel werden die knöchernen Scheidewände, welche die Alveolen der bleibenden von denen der Milchzähne trennen, aufgesaugt, wie dies die Fig. 240 im ersten Entstehen zeigt, und zugleich schwinden die Wurzeln der letzteren von unten her, in Folge eines Resorptionsvorganges, der nach meinen Untersuchungen genau so sich gestaltet, wie bei der typischen Knochenresorption und unter Bildung von Howship'schen Grübchen und Ostoklasten sich macht, worüber das Nähere in meiner Arbeit über die Resorption des Knochengewebes (Leipzig 1873) nachgesehen werden kann. So kommen die bleibenden Zähne, deren Wurzeln mittlerweile sich verlängern, gerade unter die lose gewordenen Kronen der Milchzähne, die endlich, wenn letztere noch mehr hervortreten, ausfallen und ihnen den Platz einräumen. Das Hervorbrechen der bleibenden Zähne geschieht in folgender Ordnung: erster grosser Backzahn im 7. Jahre, innerer Schneidezahn im 8. Jahre, seitlicher Schneidezahn im 9. Jahre, erster kleiner Backzahn im 10. Jahre, zweiter kleiner Backzahn im 11. Jahre, Eckzahn im 12. Jahre, zweiter grosser Backzahn im 13. Jahre, dritter Backzahn zwischen dem 17. bis 19. Jahre.

Das Zahnfleisch des Fötus und besonders des Neugeborenen ist vor dem Durchbruche der Milchzähne weisslich und sehr fest, fast von der Dichtigkeit eines Knorpels und besteht aus den gewöhnlichen Schleimhautelementen, jedoch mit einer bedeutenden Beimengung eines mehr sehnigen Gewebes, in dem grössere und kleinere Nester von theilweise verhorntem Epithel sich finden, die nichts als Reste der embryonalen Schmelzkeime sind.

Speicheldrüsen.

Die Speicheldrüsen entwickeln sich nach dem Typus der schon früher besprochenen Thränendrüsen und Milchdrüsen und sind anfangs nichts als cylindrische, am Ende leicht verbreiterte, solide Sprossen der tieferen Epithelialschichten der Mundhöhle, welche von einer Mesodermaschicht, einer Fortsetzung der Mucosa, umgeben sind. Von den einzelnen Speicheldrüsen erscheint die *Submaxillaris* zuerst, dann die *Sublingualis* und in dritter Linie die *Parotis*, und zwar treten alle drei, verglichen mit den Hautdrüsen, in sehr früher Zeit, d. h. in der zweiten Hälfte des zweiten Monates auf und schreiten in ihrer Entwicklung auch ziemlich rasch voran, so dass sie im dritten Monate, die Grösse abgerechnet, schon ziemlich ausgebildet sind.

Die Schleimdrüsen der Lippen, der Zunge, des Gaumens u. s. w. werden in einer viel späteren Zeit angelegt als die Speicheldrüsen und zwar erst im vierten Monate; abgesehen hiervon stimmen dieselben aber vollkommen mit den grösseren Drüsen der Mundhöhle überein.

Schleimdrüsen der Mundhöhle.

Die Tonsillen treten im vierten Monate auf in Gestalt einer einfachen Spalte oder spaltenförmigen Ausbuchtung der Schleimhaut jeder Seite, die in Einer Linie mit der Ausmündung der Eustachischen Trompete oder eher noch etwas weiter dorsalwärts (über derselben) liegt als diese. Im fünften Monate ist jede Tonsille ein plattes Säckchen mit spaltenförmiger Oeffnung und einigen kleinen Nebenhöhlen, dessen mediale Wand fast wie eine Klappe erscheint. Die laterale Wand und der Grund des Säckchens sind schon bedeutend verdickt, und zeigt die mikroskopische Untersuchung, dass hier im Bindegewebe der Schleimhaut eine reichliche Ablagerung von zelligen Elementen stattgefunden hat, welche jedoch um diese Zeit noch als eine ganz continuirliche erscheint und nicht in besonderen Follikeln enthalten ist. Auch im sechsten Monate sieht man von Follikeln noch nichts Bestimmtes, dagegen sind dieselben bei Neugeborenen und ausgetragenen Früchten in der Regel sehr deutlich.

Tonsillen.

Als Schlund kann der Theil des embryonalen Mitteldarmes bezeichnet werden, der an seinen Seiten die vier Schlundspalten und Kiemenbogen und in seiner Vorderwand das Herz trägt, welcher Theil des Darmes, wie die Längsschnitte Figg. 40 und 107 lehren, beim Hühnchen und beim Säugethiere anfänglich fast ganz am Kopfe liegt. Querschnitte dieses Darmstückes zeigen, dass der Schlund sehr breit und in der Richtung von vorn nach hinten abgeplattet ist, sowie dass das denselben auskleidende Entoderma am vorderen Ende (Fig. 107) und an der ventralen Wand dicker ist. Eine besondere Erscheinung ist auch die, dass der Schlund anfänglich mit Ausnahme der Stellen, wo er an die Halshöhle oder Parietalhöhle des Halses angrenzt (s. Figg. 38, 39, 105, 106) und einen Beleg von der Darmfaserplatte erhält, keine besondere Umhüllung vom mittleren Keimblatte besitzt, sondern mit seinem Entoderma einfach der Chorda, den Urwirbelplatten des Kopfes, den Kiemenbogen und z. Th. auch unmittelbar den Aortenbogen anliegt (Figg. 31, 200). Durch Abspaltung einer Lage Mesoderma hinter den seitlichen Theilen des Schlundes und durch ein Hervorwachsen derselben gegen die Mittellinie nach Art der Mittelplatten erhält dieses Darmstück später seine hintere Wand.

Schlund.

Das Endstück des von mir sogenannten Anfangsdarmes oder die Speiseröhre ist, wie der Schlund, von Anfang an ein äusserst kurzer Abschnitt und bleibt länger in diesem Stadium als der Schlund. Erst mit

Speiseröhre.

der Streckung des Embryo und der Ausbildung der bleibenden Brustwand entwickelt sich auch dieser Theil mehr und nimmt Verhältnisse an, die von den bleibenden nicht mehr wesentlich sich unterscheiden. Auch dieses Darmstück hat ursprünglich keine besondere Wand an der hinteren Seite und gewinnt dieselbe erst später in der vorhin angegebenen Weise.

§ 43.

Mitteldarm und Enddarm.

Mitteldarm.

Der eigentliche Mitteldarm ist derjenige Theil des Urdarmes, der am längsten im Zustande einer Halbrinne verweilt und am spätesten vom Dottersacke sich abschnürt, doch gehen auch diese Vorgänge beim Menschen sehr schnell vor sich und muss man bis zum Anfange der dritten Woche zurückgehen, um den Darm noch in diesem Stadium zu finden, von welchem bis jetzt keine andere als die berühmte Zeichnung von Coste vorliegt (Fig. 241). Nur wenig ältere Embryonen, wie diejenigen der Figg. 115 und 116, zeigen den Darm bis auf die Stelle, mit welcher der Dottergang sich verbindet, bereits geschlossen. Von einem Hundeembryo zeigt die Fig. 232 den Darm bis auf die Gegend des Dünndarmes geschlossen, hier jedoch noch in weiter Verbindung mit dem Dottersack.

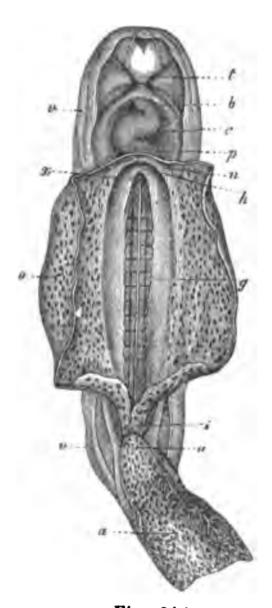


Fig. 241.

An Querschnitten ist die allmälige Ausbildung des Darmrohres beim Hühnchen und bei Säugern leicht zu verfolgen und verweise ich zunächst auf die Fig. 43, die ein frühes Stadium des rinnenförmigen Darmes zeigt, der in der Mitte vor der Chorda und vor den Aorten noch einzig und allein aus dem Entoderma besteht und nur ganz seitlich bei *df* die erste Andeutung der gegen die Mittellinie vorwachsenden Mit-

Fig. 241. Menschlicher Embryo von 15—18 Tagen nach Coste von vorn vergrössert, mit geöffnetem und grösstentheils entferntem Dottersacke. *a Allantois*, hier schon Nabelstrang; *u Urachus* oder Stiel desselben; *i* Hinterdarm; *v Amnion; o* Dottersack oder Nabelblase; *g* primitive Aorten, unter den Urwirbeln gelegen; die weisse Linie ist die Trennungslinie zwischen beiden Gefässen; *x* Ausmündung des Vorderdarmes in den Dottersack; *h* Stelle, wo die *Vena umbilicalis* und die *Venae omphalomesentericae n* zusammentreffen, um ins Herz einzumünden; *p* Pericardialhöhle; *c* Herz; *b* Aorta; *t* Stirnfortsatz.

telplatten oder Gekrösplatten erkennen lässt. In Fig. 242 sind diese Mittelplatten und die angrenzenden Theile der Darmfaserplatten schon weit zwischen den Aorten, die mittlerweile auch einander entgegengerückt sind, und der tiefer gewordenen Darmrinne vorgetreten und in Fig. 243

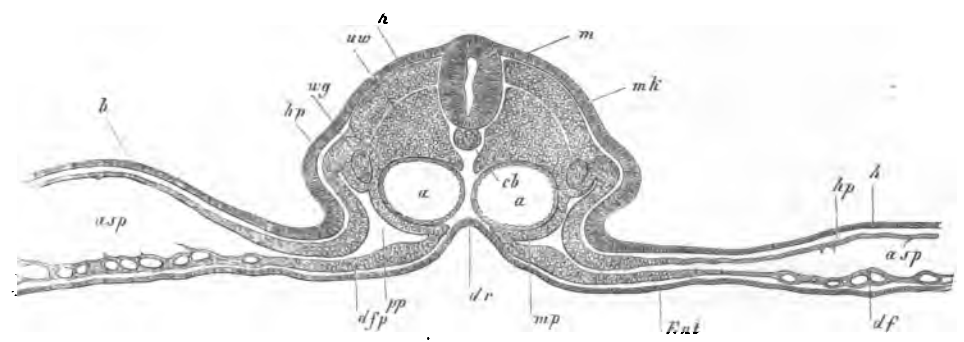


Fig. 242.

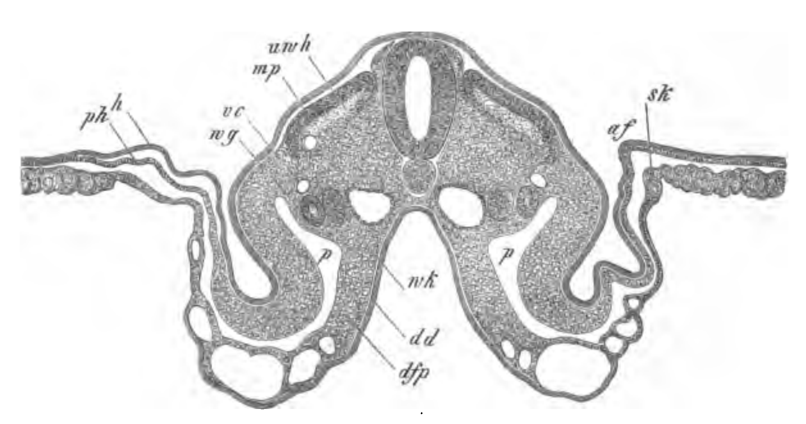


Fig. 243.

Fig. 242. Querschnitt durch einen vorderen Urwirbel eines Hühnerembryo vom Anfange des dritten Tages. *m* Medullarrohr; *h* Hornblatt; *uwp* Urwirbelplatte; *hp* Hauptplatte; *pp* Bauchhöhle; *df* Darmfaserplatte; *ch* Chorda; *Ent* Entoderma; *a Aorta descendens; g* Gefässe in der *Area pellucida; uw* Urwirbel; *wg* Wolff'scher Gang; *dr* Darmrinne; *mp* Mittelplatte; *asp* Spalte, die mit der Bildung des Amnion zusammenhängt.

Fig 243. Querschnitt durch den mittleren Theil eines Hühnerembryo vom dritten Tage mit offenem Amnion. Vergr. 40 mal. *af* Amnionfalte; *sk* Seitenkappe; *mp* Muskelplatte; *dr* Darmrinne; *vc Vena cardinalis; wg* Wolff'scher Gang; *wk* Wolff'sche Drüse; *p* Peritonealhöhle; *h* Hornblatt; *dd* Darmdrüsenblatt; *dfp* Darmfaserplatte; *uwh* Rest der Urwirbelhöhle.

sieht man die Mittelplatten bereits hinter der Darmrinne mit einander in der Darmnaht von WOLFF, besser Gekrösnaht geheissen, zusammengestossen, welche endlich an gewissen Stellen auch noch in eine besondere Platte, das Gekröse, sich auszieht. Mit Bezug auf den Verschluss des Darmes ist übrigens noch zu bemerken, dass derselbe an seiner ventralen Seite nicht durch eine Naht verwächst, sondern genau in derselben Weise, concentrisch vorschreitend, sich verengert und endlich abschnürt, wie das *Amnion* der Säuger und die Bauchwand.

Der eben gebildete Mitteldarm ist anfänglich ganz gerade und bietet auch überall denselben Durchmesser dar, mit der einzigen Ausnahme des Magens, der schon vor der gänzlichen Abschnürung als kleine Erweiterung sich darstellt (Fig. 232). Während nun der Magen weiter sich ausbildet, zieht sich zugleich der darauffolgende Theil, der die Anlage des Dünndarmes und Dickdarmes darstellt, schleifenförmig aus. Der

Magen.

Magen ist anfänglich nichts als ein einfacher, spindelförmiger, in der Mittellinie des Körpers gelegener gerader Schlauch, der durch ein von seiner hinteren Fläche ausgehendes kurzes Gekröse, das *Mesogastrium* von J. MÜLLER, befestigt ist; bald aber dreht sich der Magen so, dass seine linke Fläche nach vorn und seine rechte Seite mehr nach hinten zu liegen kommt, nimmt zugleich eine etwas schiefe Stellung an und beginnt an seinem ursprünglich nach hinten gelegenem Rande die erste Andeutung des Blindsacks hervorzutreiben. Die Figg. 244 und 250 zeigen den Magen junger menschlicher Embryonen beiläufig aus diesem Stadium. Die grosse Curvatur, die dieselben schon deutlich erkennen lassen, ist der Theil des Organes, welcher ursprünglich nach hinten gegen die Wirbelsäule gerichtet war und von welchem das *Mesogastrium* ausging. Dieses Magengekröse, obschon in den Figuren nicht dargestellt, ist noch vorhanden, erscheint aber jetzt nicht mehr als eine senkrechte, hinter dem Magen gelegene Platte mit einer rechten und linken Fläche, vielmehr ist dasselbe in Folge der Axendrehung des Magens wie nach unten und links ausgezogen, so dass es seine Flächen nun vorzüglich nach vorn und hinten wendet und mit dem Magen zusammen einen spaltenförmigen Raum begrenzt, der durch eine in der Gegend der kleinen Curvatur gelegene Spalte in die Bauchhöhle sich öffnet. Diese kleine Curvatur, die in der Fig. 250 in einer primitiven Form auch schon sich erkennen lässt, ist nichts als der anfängliche vordere Rand des Magens, der mit der Drehung desselben nach oben und rechts zu liegen kommt. Dieselbe ist übrigens nicht frei, wie die Abbildung glauben machen könnte, vielmehr geht von derselben aus eine kurze Platte zu der in der Entwicklung schon sehr vorgeschrittenen, aber nicht dargestellten Leber und unter dieser Platte erst, die die Anlage des kleinen Netzes ist, be-

findet sich der Eingang in den vorhin genannten Raum hinter dem Magen, der nichts anderes als der Netzbeutel, *Bursa omentalis* ist. Das *Mesogastrium* ist nämlich allerdings nichts als das grosse Netz, und ist diese seine Bedeutung in einer nur wenig späteren Zeit, in der es durch fortgesetztes Wachsthum eine über die grosse Curvatur nach unten hervorragende kleine Falte bildet, nicht zu verkennen. Es ist übrigens für einmal nicht möglich, das grosse Netz weiter zu verfolgen, und haben wir vorerst noch die ersten Entwicklungszustände des übrigen Mitteldarms ins Auge zu fassen.

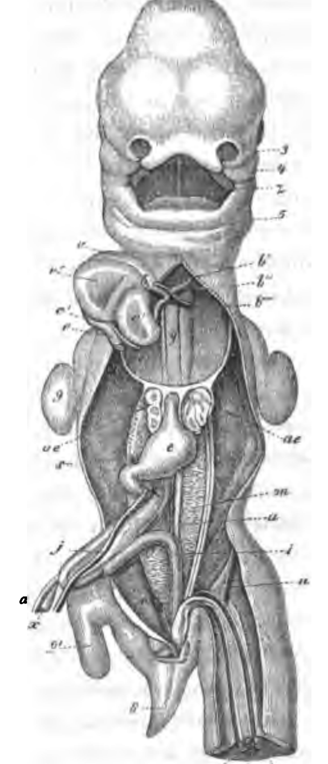


Fig. 244.

Duodenum.

Ein erstes auf den Magen folgendes kleines Stück des Darms entwickelt nie ein vollständigeres Gekröse und behält daher seine ursprüngliche Lage vor der Wirbelsäule mit der Aenderung jedoch, dass dieser Abschnitt oder das *Duodenum* im Zusammenhange mit der Schiefrichtung des Magens ebenfalls eine mehr quere Stellung einnimmt, dann auf eine kurze Strecke abwärts läuft und endlich mit einer rechtwinkligen Knickung in den übrigen Mitteldarm übergeht (Fig. 244). Der übrige grössere Abschnitt des Mitteldarms oder der Darm im engeren Sinne bildet, wie schon angegeben, sehr früh eine Schleife mit nach vorn gerichteter Convexität und entwickelt an seinem hinteren Rande ein Gekröse.

Eigentlicher Mitteldarm.

Fig. 244. Menschlicher Embryo von 35 Tagen von vorn nach COSTE. 3 linker äusserer Nasenfortsatz; 4 Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; 5 primitiver Unterkiefer; *z* Zunge; *b Bulbus aortae; b'* erster bleibender Aortenbogen, der zur *Aorta ascendens* wird; *b''* zweiter Aortenbogen, der den *Arcus aortae* giebt; *b'''* dritter Aortenbogen oder *Ductus Botalli; y* die beiden Fäden rechts und links von diesem Buchstaben sind die eben sich entwickelnden Lungenarterien; *c'* gemeinsamer Venensinus des Herzens; *c* Stamm der *Cava superior* und *Azygos dextra; c''* Stamm der *Cava sup.* und *Azygos sinistra; o'* linkes Herzohr; *v* rechte, *v'* linke Kammer; *ae* Lungen; *e* Magen; *j Vena omphalo-mesenterica sinistra*; *s* Fortsetzung derselben hinter dem *Pylorus*, die später Stamm der Pfortader wird; *x* Dottergang; *a Art. omphalo-mesenterica dextra; m* WOLFF'scher Körper; *i* Enddarm; *n Arteria umbilicalis*; *u Vena umbilicalis;* 8 Schwanz; 9' hintere Extremität. Die Leber ist entfernt.

Ist diese Schleife, von deren Höhe der Dottergang ausgeht, nur einigermassen entwickelt, so tritt dieselbe mit ihrem Scheitel in den Nabelstrang ein, während zugleich die beiden Schenkel derselben, die wir als vorderen und hinteren bezeichnen wollen, nahe aneinander sich legen. Dieser Zustand, den die Fig. 244 versinnlicht, in welcher die Darmschleife aus dem Nabelstrange herausgezogen und auf die rechte Seite gelegt ist, tritt beim Menschen im Anfange des zweiten Monates ein, und bleibt dieser normale Nabelbruch, wie man denselben nennen könnte, bis in den Anfang des dritten Monates bestehen, in welchem erst mit der Verengerung des Nabels und der vollkommenen Verschliessung des Bauches der Darm wieder in die Unterleibshöhle zurücktritt. So lange der Darm mit der erwähnten Schleife im Nabelstrange liegt, zeigt dieser übrigens zur Aufnahme derselben eine besondere kleine Höhle, welche vor den Nabelgefässen ihre Lage hat und mit der Bauchhöhle zusammenhängt, welcher letztere Umstand nicht befremden kann, wenn man bedenkt, dass die Scheide des Nabelstranges die Fortsetzung der Bauchhaut des Embryo ist.

Drehung der Schleife des Mitteldarms.

Während die besagte Schleife des Mitteldarms theilweise im Nabelstrange liegt, bleibt sie nicht lange in ihren ursprünglichen einfachen Verhältnissen bestehen, vielmehr erleidet dieselbe bald einige wesentliche Veränderungen, die für die Auffassung der späteren Zustände von grosser Wichtigkeit sind. Das erste ist das Auftreten einer kleinen Anschwellung an dem hinteren Schenkel der Schleife in geringer Entfernung von dem Scheitel derselben, die bald einen kleinen stumpfen Anhang treibt, der in der Fig. 244 dargestellt, jedoch nicht weiter bezeichnet ist. Dieser Anhang ist die Anlage des *Coecum* mit dem *Processus vermicularis*, und ergiebt sich mit dem Erscheinen desselben deutlich und klar, dass auch vom hinteren Schenkel der Schleife noch ein Theil zur Bildung des Dünndarms verwendet wird, so wie dass der Dottergang oder der *Ductus omphalo-mesentericus*, der, so lange er erhalten ist, vom Scheitel der Schleife abgeht, mit dem Theile des Dünndarms verbunden ist, der später als *Ileum* erscheint. Kurze Zeit nachdem diese Trennung von Dünndarm und Dickdarm deutlich geworden ist, was in der sechsten Woche geschieht, beginnt eine Drehung der beiden Schenkel der Darmschleife um einander, so dass der hintere Schenkel erst nach links und dann über den anderen und nach rechts zu liegen kommt, von welchen Verhältnissen die halbschematische Fig. 245 eine Anschauung giebt. Zugleich mit dieser Drehung treten auch in der siebenten Woche die ersten Windungen am Dünndarme auf, welche, am Ende desselben und auf der Höhe der Schleife beginnend, bald soweit zunehmen, dass schon in der achten Woche ein kleiner, rundlicher Knäuel von fünf bis sechs Win-

dungen im Nabelstrange drin liegt. Im dritten Monate bilden sich nun die besprochene Drehung und die Windungen noch mehr aus, während zugleich der Dickdarm sich verlängert und der Darm wieder in die Unterleibshöhle eintritt, und stellt sich dann bald ein Verhältniss her, wie es das Schema Fig. 245 und die naturgetreue Abbildung Fig. 246 wiedergiebt. Der Dickdarm bildet nun eine grosse Schleife, die bis an den Magen reicht und dort vom grossen Netz (*om*) bedeckt ist. An derselben unterscheidet man ein gut ausgeprägtes *Colon descendens*, ein kürzeres *Colon transversum*, das kaum über die Mittellinie reicht, und ein kleines, wie das spätere *Colon ascendens* gelagertes Stück, dessen *Coecum* (*c*) fast genau in der Mittellinie steht. Das *Mesocolon*, das überall gut entwickelt ist, hat sich in Folge der Drehung der ursprünglichen Darmschleife über den Anfang des Dünndarms gelegt, mit dem es dann später verwächst, und was den Dünndarm anlangt, so liegt derselbe nun mit schon zahlreicheren Windungen theils in der Concavität des Dickdarmbogens, theils nach rechts vom *Colon ascendens*.

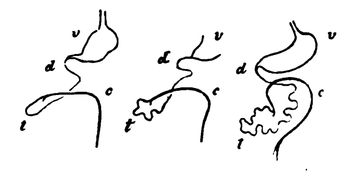


Fig. 245.

Sind einmal diese Verhältnisse begriffen, so bietet das Weitere keine Schwierigkeiten mehr. Durch fortgesetztes Längenwachsthum rückt der Dickdarm immer mehr an seine spätere Stelle, doch dauert es lange, bis das *Colon ascendens* vollkommen ausgebildet ist. Will man die Verhältnisse ganz genau bezeichnen, so hat man zu sagen, dass im vierten und fünften Monate das *Colon ascendens* noch ganz fehlt, indem um diese Zeit das *Coecum* im rechten *Hypochondrium* unter der Leber seine Lage hat und unmittelbar in den Quergrimmdarm übergeht. Es wird nämlich das scheinbare *Colon ascendens* des dritten Monates später zur Vervollständigung des *Colon transversum* benutzt, und rückt das *Colon* erst in der zweiten Hälfte des Embryonallebens gegen die *Fossa iliaca dextra* herab. Die weitere Entwicklung des *Colon* anlangend, so ist zu

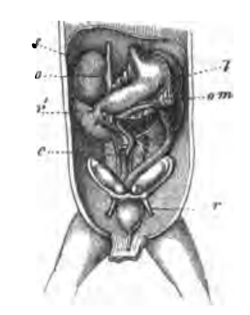


Fig. 246.

Fig. 245. Drei halbschematische Abbildungen zur Darstellung der Drehung des Dickdarms um den Dünndarm. *v* Magen; *d Duodenum; t* Dünndarm; *c* Dickdarm.

Fig. 246. Ein Theil der Baucheingeweide eines dreimonatlichen weiblichen menschlichen Embryo, vergr. *s* Nebenniere; *o* kleines Netz; *r'* Niere; *l* Milz; *om* grosses Netz; *c Coecum; r Lig. uteri rotundum.* Ausserdem sieht man Blase, *Urachus, Ovarium, Tuba,* Uterusanlage, Magen, *Duodenum, Colon.*

bemerken, dass die *Haustra* und *Ligamenta coli* erst im siebenten Monate deutlich werden, sowie, dass das *Colon descendens* mit dem Wachsthume der Theile das vollständige Gekröse, das es ursprünglich besitzt, dadurch einbüsst, dass dieses nicht in gleichem Maasse wie die übrigen Theile wächst. *Coecum* und *Processus vermicularis* stellen lange Zeit einen einzigen, verhältnissmässig grossen, blinden Anhang des Darms dar, dessen Ende erst spät zurückbleibt und dann zum wurmförmigen Anhange sich gestaltet. — Der Dünndarm zeigt weiter nichts Bemerkenswerthes als dass seine Schlingen durch fortgesetztes Längenwachsthum sich vermehren und endlich ganz in die Concavität des *Colon* zu liegen kommen.

Bauchfell. Wir wenden uns nun zur Schilderung der Entwicklung des Bauchfelles und der Netze. Das Bauchfell hat keine primitive Lage des Keimes als Ausgangspunkt, vielmehr bildet sich dasselbe erst nach der Entwicklung der Bauchhöhle an den der Höhle zugewendeten Oberflächen der Bauchwände und Eingeweide. Diesem zufolge entsteht das Bauchfell nicht als ein ursprünglich geschlossener Sack, in den die Eingeweide hineinwachsen, sondern bildet sich gleich *in toto* sowohl mit seinem parietalen als visceralen Blatte *in loco*, und kann der alten Auffassung, die den Beschreibungen des Bauchfelles in der Anatomie immer noch zu Grunde gelegt wird, höchstens das zugegeben werden, dass die von den Eingeweiden eingenommenen scheinbaren Einstülpungen des Bauchfelles im Laufe der Zeit immer mehr sich vergrössern, in welchen Fällen jedoch das Bauchfell nicht einfach mechanisch ausgedehnt wird, sondern selbständig mit wuchert.

Netze. Die Bildung der Netze ist durch die Untersuchungen von Meckel und J. Müller vor Allem aufgehellt worden. Vom grossen Netze wurde bereits angegeben, dass dasselbe ursprünglich nichts als das Magengekröse, *Mesogastrium*, ist und wie, im Zusammenhange mit der Drehung des Magens, die erste Anlage des Netzbeutels entsteht. Da das *Mesogastrium* ursprünglich von der Speiseröhre und dem *Diaphragma* bis zum *Pylorus* reicht und das *Duodenum* an der hinteren Bauchwand befestigt ist und nie ein Gekröse erhält, so muss, wenn mit der Drehung des Magens zwischen demselben und dem *Mesogastrium* ein spaltenförmiger Raum entsteht, dieser in der Gegend der kleinen Curvatur durch eine kürzere Spalte sich öffnen. Im Zusammenhange mit der Entwicklung der Leber vom *Duodenum* aus entsteht nun aber auch noch von der kleinen Curvatur und vom *Duodenum* her eine zweite Bauchfellplatte, das kleine Netz und das *Lig. hepato-duodenale*, durch welche auch über dem Magen ein geschlossener Raum gebildet wird, der als Verlängerung des eigentlichen Netzbeutels erscheint. Diese Platte erstreckt sich vom

rechten Rande der Speiseröhre, der ganzen kleinen Curvatur und dem oberen Theile des *Duodenum* zur *Porta hepatis*, zum ganzen hinteren Theile des *Sulcus longitudinalis sinister*, in dem der *Ductus venosus* liegt, und auch zum *Diaphragma* zwischen der Speiseröhre und der genannten Furche, und stellt ein eigentliches Lebergekröse dar. Der Raum hinter dieser Platte würde, wenn die Leber frei wäre, unter dem rechten Leberlappen durch eine grosse Spalte ausmünden, da jedoch dieses Organ im Bereiche der hinteren Hohlvene an der hinteren Bauchwand festsitzt und durch das *Lig. coronarium* am Zwerchfelle anhaftet, so bleibt nur die als WINSLOW'sches Loch bekannte Lücke, die dann zugleich auch den Eingang zum Netzbeutel darstellt.

Das grosse Netz oder *Mesogastrium* geht anfangs von der grossen Curvatur hinter dem Magen direct zur Mittellinie der hinteren Bauchwand. Bald aber wuchert es in der Gegend der Curvatur in eine freie Falte vor, die schon im zweiten Monate deutlich ist und im dritten Monate schon um die halbe Breite des Magens vorragt (Fig. 246). Anfänglich hat dieses eigentliche *Omentum majus* mit dem *Colon* gar nichts zu thun, so wie aber dieses so sich entwickelt hat, wie die Fig. 246 darstellt, deckt das grosse Netz das *Colon transversum*, ohne jedoch für einmal mit ihm sich zu verbinden. Später jedoch verwächst die hintere Platte des grossen Netzes mit der oberen Lamelle des *Mesocolon* und mit dem *Colon transversum* selbst, Verhältnisse, die ich besonders betone, da immer noch in mehreren Handbüchern der Anatomie die Lehre vorgetragen wird, dass die hintere Platte des Netzes das *Colon* ganz zwischen seine Lamellen nehme. Der embryonale Netzbeutel reicht, wie aus dem Gesagten hinreichend klar ist, ursprünglich bis in das untere Ende des grossen Netzes, ein Verhalten, das noch beim Neugeborenen leicht sich nachweisen lässt. Später verwachsen, wie bekannt, beide Netzplatten in grösserer oder geringerer Ausdehnung miteinander, doch findet man auch beim Erwachsenen dieselben nicht gerade selten noch vollkommen getrennt.

Enddarm.

Der Enddarm reicht bei jungen Embryonen von Säugern bis nahezu in das letzte Ende des Schwanzes, weit über die Gegend des späteren *Anus* hinaus (Fig. 247 *ed*), über welche *Pars postanalis intestini* Näheres in m. Entwickl. 2. Aufl. S. 844 zu finden ist.

Anusöffnung.

In Betreff der Bildung der Afteröffnung habe ich dem früher Bemerkten (§ 11) noch Folgendes nachzutragen. Beim Kaninchen entsteht die Anusöffnung zwischen dem 11. und 12. Tage und vermisse ich bei der Bildung derselben eine stärkere Grubenbildung an der äusseren Oberfläche, wie sie bei der Bildung des Mundes statt hat. Wohl aber senkt sich das Ectoderma in Form einer engen sagittalen Spalte

gegen die Kloake oder den Raum, in welchen Allantois und Hinterdarm zusammentreten, ein und hier findet dann, vielleicht unter Mitbetheiligung einer Ausstülpung des Entoderma schliesslich der Durchbruch statt. Die Fig. 247 zeigt bei *a* die Anus- oder Kloakenspalte schon gebildet, und stellt der scheinbare Verschluss der Oeffnung die eine Seitenwand derselben dar. Die Kloake *cl* führt nach vorn zum Anfange des Urachus, der nun *Sinus urogenitalis* heissen kann, weil der Wolff'sche Gang *wg*, der den Nierenkanal *n* aufnimmt, in denselben einmündet. In die dorsale Ausbuchtung der Kloake *hg* öffnet sich der von dem Schnitte nicht getroffene Hinterdarm und in den Schwanz *s* erstreckt sich von der Kloake aus noch ein ansehnliches Stück der eben besprochenen *Pars postanalis intestini ed*.

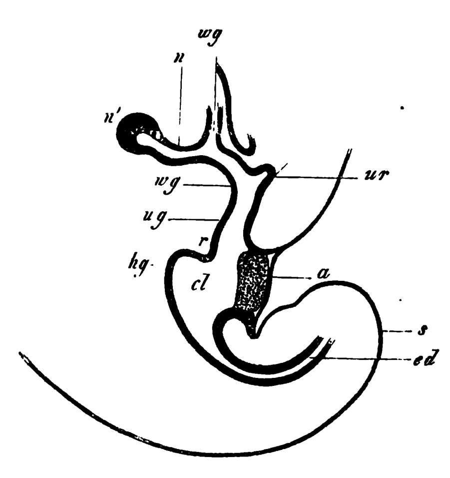


Fig. 247.

Zwischen dem 12. und 14. Tage verschwindet der Schwanztheil des Darmes ganz, und wuchert zugleich die mit *r* bezeichnete Falte oder Leiste zwischen dem *Sinus urogenitalis* und dem Darme in die Kloake vor, bis sie am 14. Tage nahe an der Kloakenmündung anlangt und jetzt schon wie eine Querleiste die früher einfache Oeffnung scheidet. Ihr gänzliches Vortreten geschieht zwischen dem 14. und 16. Tage und zugleich vereinigen sich auch die mittlerweile zu beiden Seiten des vorderen Theiles der Kloake entstandenen Geschlechtsfalten mit der genannten Querleiste zur Bildung des Dammes (siehe unten bei den Geschlechtsorganen).

Entwicklung der Darmhäute.

Zum Schlusse bespreche ich noch die Entwicklung der einzelnen Darmhäute.

Das Epithel des Darmrohres stammt vom Entoderma oder inneren Keimblatte (dem Darmdrüsenblatte von Remak) und ist anfänglich zur Zeit der ersten Anlage des Darmes überall ein Pflasterepithel. Später

Fig. 247. Sagittalschnitt durch das hintere Leibesende eines Kaninchenembryo von 11 Tagen und 10 Stunden. Vergr. 45mal. *a* Kloakenöffnung; *cl* Kloake; *ug* *Sinus urogenitalis*; *ur* *Urachus*; *wg* Wolff'scher Gang; *n* *Ureter*; *n'* Nierenanlage; *hg* Stelle; wo in der Mittellinie der Hinterdarm einmündet; *r* Perinealfalte zwischen Hinterdarm und *Sinus urogenitalis*; *ed* Schwanztheil des Enddarmes; *s* Schwanz.

wandelt sich dasselbe im Vorderdarme und im Enddarme in ein einfaches Cylinderepithel um, aus welchem dann eine geschichtete Lage hervorgeht, die mehrschichtiges Cylinderepithel heissen kann, und aus dieser entwickeln sich schliesslich die bleibenden Zustände.

Die übrigen Wandungen des Darmkanales entstehen alle aus der Darmfaserplatte von REMAK unter Mitbetheiligung einer von Seiten der Aorta aus einwachsenden gefässhaltigen Schicht, die von SCHENK unter dem Namen »Darmplatte« mit Unrecht von den Urwirbeln abgeleitet wird und vor allem zur *Mucosa* sich zu gestalten scheint.

Die Papillen und Zotten des Darmes sind, wo sie vorkommen, einfach Wucherungen der *Mucosa* und des Epithels. Von diesen bleibenden Zotten hat man die vorübergehenden Wucherungen der *Mucosa* zu unterscheiden, die im Magen und Dickdarme im Zusammenhange mit der Bildung der Drüsen auftreten und zur Entstehung von vergänglichen Zotten führen, die anfangs täuschend denen des Dünndarmes und des Pylorustheiles des Magens gleichen. Im weiteren Verlaufe vereinen sich jedoch allmälig die Basaltheile dieser Zotten der Faserhaut durch niedrige Fältchen, so dass kleine Grübchen entstehen, von denen jedes eine hohle Ausbuchtung des Epithels oder ein Drüsenende aufnimmt. Später erheben sich diese Verbindungsfältchen oder Leistchen immer mehr und erreichen die halbe Höhe der Zotten, so dass nun die Oberfläche der Faserhaut wie eine Bienenwabe aussieht, von deren Zellenrändern fadenförmige Fortsätze ausgehen würden. Zuletzt endlich gelangen die Verbindungsfalten bis zur Spitze der Zotten und nimmt dann, mit dem Verschwinden der letzteren, die gesammte Schleimhautoberfläche das Aussehen einer Bienenwabe an, in deren Fächern die nunmehr vollständig angelegten Drüsen stecken.

Magen- und Dickdarmdrüsen.

Mit dieser Schilderung der Umgestaltung der Schleimhautoberfläche von Magen und Dickdarm ist auch zugleich die Bildungsweise der M a g e n- und D i c k d a r m d r ü s e n in ihren Hauptzügen geschildert. Die beiderlei Drüsen entstehen von Hause aus als hohle Cylinderchen und ist der erste Schritt zu ihrer Bildung das Auftreten von vielen dichtstehenden Erhebungen des Epithels im Zusammenhange mit der Bildung der Zotten der Faserhaut. Im Dickdarme wird dann einfach nach und nach der zwischen mehreren Zotten befindliche Raum dadurch in einen Drüsenschlauch umgewandelt, dass von der Basis der Zotten aus Epithel und Schleimhaut mit Falten vorwuchern, bis endlich die Falten die Spitzen der Zotten erreicht haben, womit dann die Drüsenmündungen und zugleich eine glatte Oberfläche der Schleimhaut gegeben ist. Im Magen sind die Verhältnisse überall da die gleichen, wo derselbe einfache Drüsen enthält. Wo dagegen zusammengesetzte solche Organe sich fin-

den, bilden sich zwischen den weiter abstehenden primitiven Zotten ausser den Verbindungsfalten noch im Grunde einer jeden Grube Nebenfältchen (und kleinere Grübchen), welche nicht bis zur Oberfläche der Schleimhaut heraufwachsen, wie die anderen, und später in die von ihnen umschlossenen kleineren Grübchen die Enden der zusammengesetzten Drüsen aufnehmen, während deren einfache Anfänge (*stomach cells* Todd-Bowman) in den von den Hauptfalten und Zotten umgebenen grösseren Fächern liegen.

Dünndarmdrüsen.

Im Dünndarme sind die Vorgänge bei der Bildung der Drüsen scheinbar nicht so auffallend, weil die Zotten während der Bildung der Drüsen nicht schwinden, sondern sogar noch länger werden. Geht man jedoch den Erscheinungen näher nach, so ergiebt sich, dass auch hier die Drüsen und der drüsenhaltige Theil der *Mucosa* zwischen den Zotten ebenso entsteht, wie an den andern Orten, mit dem Unterschiede jedoch,

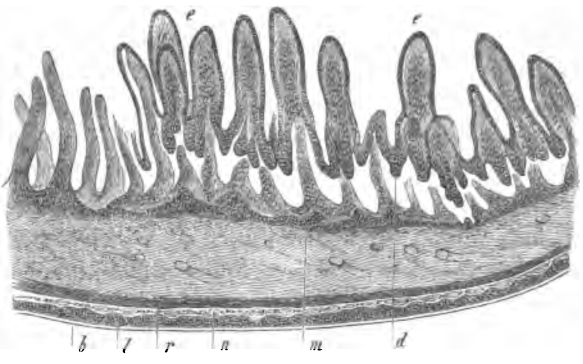


Fig. 248.

dass in den Vertiefungen zwischen den Zotten die Faserlage der *Mucosa* von Anfang an netzförmig verbundene Fältchen liefert und das Epithel von Hause aus in die so entstehenden Grübchen kurze Hohlsprossen hineintreibt. Grübchen und Epithelialsprossen wachsen dann, wie es scheint, mit einander und mit den Zotten fort, doch wäre es auch möglich, dass früher oder später die epithelialen Schläuche auch in die Tiefe wuchern, umsomehr als bei den Brunner'schen Drüsen ein solcher Vorgang wirklich sich beobachten lässt, indem diese Drüsen anfangs weit

Fig. 248. Querschnitt durch einen Theil des Dünndarms eines menschlichen Embryo des 6. Monates. Vergr. 35mal. *l* Längsmuskeln; *n* Zwischenschicht (Auerbach'scher Plexus); *r* Ringmuskeln; *m* *Mucosa propria* mit Zotten; *e* Zottenepithel abgehoben, *b* Bauchfell; *d* Lieberkühn'sche Drüsen.

von den tiefsten Lagen der *Mucosa* abstehen, welche sie später ganz durchsetzen.

Bau der Darmwandungen des Menschen.

Ich füge nun noch einige Bemerkungen über den menschlichen Darmkanal bei.

Speiseröhre.

Die Speiseröhre zeigt im 4.—6. Monate Flimmerepithel, ebenso die Zungenwurzel vom *Foramen coecum* bis zur *Epiglottis* (Neumann).

Magen.

Im Magen beginnt die Bildung der Drüsen im 4. Monate und sind dieselben im 5. Monate schon ganz gut ausgebildet und 0,13—0,22 mm lang.

Dünndarm.

Am Ende des 2. und im 3. Monate treten die Darmzotten anfangs vereinzelt und bald sehr zahlreich auf und messen in der 9.—10. Woche 0,09—0,13 mm, während das Epithel 18 μ dick ist. In der 13. Woche zeigt sich auch von den Lieberkühn'schen Drüsen die erste Spur in Gestalt kleiner warzenförmiger, hohler Auswüchse des Epithels von 45—90 μ Länge, die in Vertiefungen der Faserhaut zwischen den Zotten derselben ihre Lage haben. Im 6. Monate messen die Zotten 0,45—0,68 mm und die Drüsen 0,090—0,135 mm.

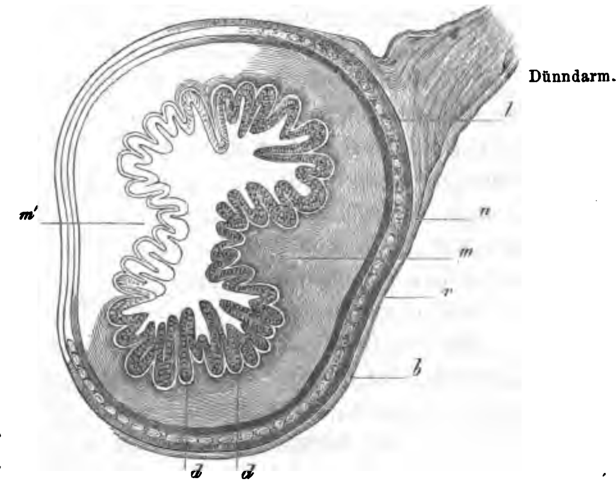


Fig. 249.

Dickdarm

Im Dickdarme und Mastdarme entwickeln sich beim Menschen die oben schon besprochenen vorübergehenden Zotten und die Drüsen vom 4. Fötalmonate an und erreichen bis zum 7.—8. Monate ihre vollständige Ausbildung.

Peyer'sche Drüsen.

In Betreff der follikulären Organe des Darmes haben wir nur wenige Erfahrungen. Die Peyer'schen Haufen treten im 6. Monate auf. Im 7. Monate sind dieselben ganz deutlich, haben Follikel von 0,31 bis 0,36 mm, die ziemlich weit von einander abstehen und im Grunde ansehnlicher, von dichtstehenden Zotten umgebener Vertiefungen ihre Lage haben.

Fig. 249. Querschnitt des Mastdarmes eines menschlichen Embryo des 4. Monates. 35mal vergr. *b Peritoneum; l* Längsmuskeln; *n* Zwischenlage (nervöser Plexus?); *r* Ringmuskeln; *m* und *m'* Leisten der *Mucosa; d* Drüsenanlagen.

B. Entwicklung der grösseren Darmdrüsen.

§ 44.

Lungen, Thyreoidea, Thymus.

Lunge.

Die Lunge entwickelt sich sowohl beim Hühnchen als bei den Säugethieren in einer sehr frühen Zeit, ungefähr gleichzeitig mit der Leber, oder etwas nachher und zwar als eine hohle Ausstülpung aus dem Vorderdarme, an welcher beide primitive Schichten des Darmes, die Darmfaserplatte und das Entoderma, sich betheiligen, und die kurze Zeit nach ihrem Auftreten an ihrem unteren Ende zwei seitliche Ausbuchtungen treibt, die die eigentlichen Lungen darstellen, während der Rest der Anlage zur Luftröhre wird.

Lunge des Menschen.

Ueber die frühesten Zustände der Lungen des Menschen liegen nur wenige Erfahrungen vor.

Bei einem Embryo von 25—28 Tagen fand Coste die Lungen als zwei kleine, birnförmige, mit einer einfachen Höhlung versehene Säckchen, welche durch einen kürzeren Gang in das Ende des Schlundes mündeten. Ich selbst sah bei einem vier Wochen alten Embryo die Lungen, deren Länge 0,72 mm und deren Breite 0,40 mm betrug, von derselben Gestalt wie Coste (Fig. 250). Die Anlage der Luftröhre, von der in der Abbildung nur ein kleines Stück fehlt, war von der Speiseröhre noch nicht vollkommen abgeschnürt, insofern als wenigstens die Faserhäute beider Kanäle noch verbunden waren, obschon dieselben besondere Höhlungen enthielten. Die zwei sackförmigen Lungen selbst stellten wie eine vor dem untersten Ende der Speiseröhre gelegene Erhebung dar, die mit ihren nach hinten ragenden Enden auch die Seitentheile bedeckte und die Speiseröhre fast wie ein Sattel umgab. Genauer bezeichnet reichten die Lungen selbst noch in den Bereich des obersten Endes des fast noch gerade stehenden, aber doch schon mit der Andeutung eines Blindsackes versehenen Magens (*m*). War schon dies bemerkenswerth, so gestaltete sich die Lage zu den übrigen Organen nicht minder eigenthümlich, indem die Lungen hinten an die Wolff'schen Körper angrenzten und vorn von der allerdings noch kleinen, aber doch schon die ganze Breite der

Fig. 250.

Fig. 250. Lungen und Magen eines vier Wochen alten menschlichen Embryo, etwa 12mal vergr. *lr* Luftröhre; *l* Lunge; *s* Speiseröhre; *m* Magen.

Bauchhöhle einnehmenden Leber bedeckt waren, vor welcher dann wiederum das Herz seine Lage hatte. Uebrigens waren die Lungen jetzt schon durch eine zarte Membran von den Wolff'schen Körpern einerseits und der Leber und dem Magen anderseits getrennt, die nichts anderes als die Anlage des Zwerchfelles sein konnte, deren genauere Verhältnisse jedoch nicht zu ermitteln gelang. Bezüglich auf den feineren Bau, so bestand, wie bei Thieren, die gesammte Anlage des Respirationsorganes aus einer unverhältnissmässig dicken Faserhaut, die noch ganz aus Zellen zu bestehen schien, und einem inneren und dünneren Epithelialrohre.

Weitere Entwicklung der Lunge des Menschen.

Die weitere Entwicklung der Lunge ist beim Menschen, ebenso wie bei Thieren, im Ganzen leicht zu verfolgen, und lässt sich im Allgemeinen sagen, dass, während die Faserschicht fortwuchert, das innere Epithelialrohr hohle Aussackungen oder Knospen erzeugt, welche, rasch sich vermehrend, bald in jeder Lunge ein ganzes Bäumchen von hohlen Kanälen mit kolbig angeschwollenen Enden erzeugen, von welchen aus dann durch Bildung immer neuer und zahlreicherer hohler Knospen endlich das ganze respiratorische Höhlensystem geliefert wird. Hierbei ist meiner Meinung nach das Epithelialrohr in erster Linie das Bestimmende und nicht, wie Boll annimmt, die Faserhaut und ihre Gefässe. Doch läugne ich keineswegs, dass nicht auch diese Hülle, durch die von ihr ausgeübten Widerstände, auf die Gestaltung der einzelnen Theile einwirkt. Möglich, dass auch in späteren Stadien beide Momente sich ziemlich die Wage halten. Dagegen wird Niemand bestreiten können, dass bei der ersten Entstehung des Organes zu einer Zeit, wo die Gefässe noch ganz fehlen, dann bei der Entstehung der Luftsäcke der Vögel (s. Fig. 80 bei Remak) das Epithelialrohr das wesentliche Active ist.

Gegen das Ende des zweiten Monates kommen auch die Lungen mit zunehmendem Wachsthume, Vergrösserung der Brusthöhle und mit dem Zurückbleiben des Herzens scheinbar höher herauf zu liegen und im dritten Monate haben dieselben schon ganz ihre typische Lage neben und hinter dem Herzen.

Innere Veränderungen der Lungen.

Gehen wir etwas näher auf die inneren Veränderungen der Lunge ein, so finden wir, dass schon am Ende des 2. Monates, um welche Zeit auch die grossen Lappen deutlich werden, die Enden der Bronchialästchen in kolbenförmige Erweiterungen von 0,36 mm, die primitiven Drüsenbläschen, ausgehen, welche um diese Zeit einzig und allein an der Oberfläche der Lappen zu finden sind. Diese Verhältnisse, die die Figg. 251 und 252 aus dem 3. Monate darstellen, finden sich unter fortgesetzter Theilung der Bronchien und Vermehrung der Drüsenbläschen

auch im 4. und 5. Monate, nur dass die Drüsenbläschen allmälig auf 0,27—0,10 mm sich verkleinern.

Um diese Zeit erscheinen auch die Bläschen alle zu vieleckigen Läppchen von 0,54—1,08 mm vereint, welche oft wieder kleinere Häufchen von vier bis fünf Bläschen unterscheiden lassen, und treten vom 4. Monate an, sowohl in der Luftröhre als in allen Bronchien in den Lungen, Flimmerhaare auf dem Epithel auf.

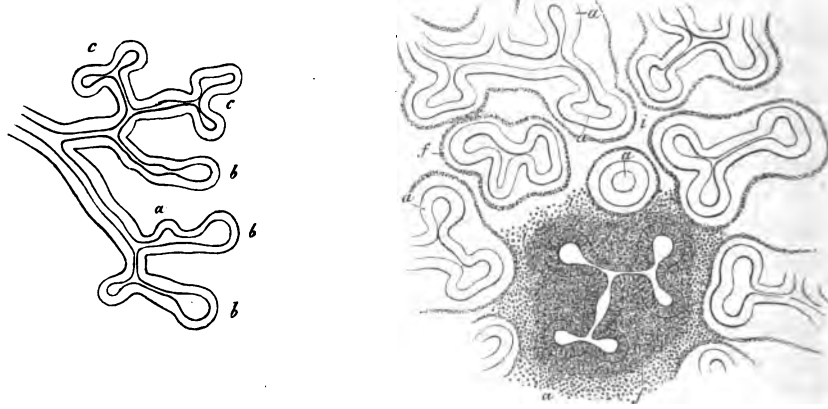


Fig. 251. Fig. 252.

Bis jetzt folgte die Lunge ganz dem Typus einer gewöhnlichen traubenförmigen Drüse; auf einem gewissen Stadium angelangt, ändert sich jedoch dieser Typus und entstehen die eigenthümlichen kleinsten Lungenläppchen mit den innig vereinten und wie in einen gemeinschaftlichen Hohlraum einmündenden Drüsenbläschen, den Luftzellen, dadurch, dass ein Bronchialende mit den betreffenden endständigen Drüsenbläschen Knospen treibt, die nicht mehr (wie früher) von einander sich trennen und zu neuen gestielten Bläschen werden, sondern alle mit einander verbunden bleiben und später wie in einen gemeinsamen Bin-

Fig. 251. Endverzweigung eines Bronchialastes aus der Lunge eines dreimonatlichen menschlichen Fötus. Es ist nur das Epithelialrohr dargestellt und die Faserhülle weggelassen. *a* hohle Sprossen der feinsten Bronchialästchen; *b* primitive Drüsenbläschen an den Enden derselben; *c* sich theilende Drüsenbläschen. Vergr. 50.

Fig. 252. Ein Segment der Oberfläche der Lunge eines dreimonatlichen menschlichen Embryo, 50mal vergr. Die Epithelialröhren primitiver Drüsenbläschen *a* bilden an der Oberfläche zum Theil schon kleinere und grössere Gruppen wie Läppchen, die von einer gemeinschaftlichen Faserhülle *f* umgeben werden, die jedoch gegen das interstitielle Gewebe *i* nicht scharf abgesetzt ist.

nenraum einmünden. Diese Bildung der Luftzellen und kleinsten Läppchen, im sechsten Monate beginnend, kommt erst in den letzten Monaten der Schwangerschaft zu ihrer Vollendung, denn während die Luftzellen beim reifen Fötus kaum mehr betragen als im sechsten Monate (56—67 μ) und selbst in Lungen von Neugeborenen, die schon geathmet haben, nur 68—135 μ messen, nehmen die Läppchen selbst sehr bedeutend an Grösse zu, so dass die secundären Läppchen, die bei sechsmonatlichen Embryonen nur 0,56—2,23 mm Durchmesser besitzen, bei Neugeborenen schon 4,5— 9,0 mm und mehr betragen. Wie das Wachsthum der Lunge nach der Geburt sich verhält, ist noch nicht untersucht, da jedoch die Lungenbläschen des Erwachsenen einen drei bis viermal grösseren Durchmesser besitzen als die des reifen Embryo, so darf wohl angenommen werden, dass in der nachembryonalen Zeit keine neuen Luftbläschen mehr entstehen, vielmehr die ganze Volumenzunahme des Organes bis zur vollen Ausbildung des Körpers einzig und allein auf Rechnung des Wachsthumes der schon vorhandenen Elemente zu setzen ist.

Pleura. Die *Pleura* entwickelt sich in derselben Weise wie das Bauchfell *in loco* und sind die beiden Pleurahöhlen da, bevor ihre seröse Auskleidung nachzuweisen ist.

Kehlkopf. Der Kehlkopf wird beim Menschen am Ende der fünften und in der sechsten Woche deutlich als eine längliche Anschwellung am Anfange der Luftröhre, die vom Schlunde aus einen von zwei Wülsten begrenzten spaltenförmigen Eingang zeigt. Schon am Ende der sechsten Woche sah ich den Kehlkopf rundlich und verhältnissmässig stark vortretend und zu beiden Seiten des Einganges waren nun auch zwei stärkere Aufwulstungen zu sehen, die Anlagen der *Cartilagines arytaenoideae*, während vor denselben eine schwache Querleiste die erste Anlage der *Epiglottis* darstellte. Nach Reichert sollen die genannten Knorpel — ähnlich wie die Zunge an der Innenseite des ersten Kiemenbogens — als Wucherung innen am dritten Bogen entstehen, eine Ansicht, der ich mich für den Kehldeckel anschliessen kann. Was dagegen den Kehlkopf selbst mit allen seinen Theilen betrifft, so scheint es mir unmöglich zu bezweifeln, dass derselbe aus dem Anfange der *Trachea* hervorgeht und keine direkte Beziehung zu einem Kiemenbogen besitzt. — In der achten bis neunten Woche beginnt der Kehlkopf zu verknorpeln und seine vier Hauptknorpel deutlich zu zeigen, von denen auch die grösseren uranfänglich aus je Einem Stücke bestehen. Ringknorpel und Giessbeckenknorpel sind übrigens in frühen Zeiten unverhältnissmässig dick, während der Schildknorpel erst später mehr sich ausbildet. Der Kehldeckel ist noch im dritten Monate eine einfache Querleiste und erhebt sich erst später langsam zu seiner ihm eigenthümlichen Gestalt. Die Kehlkopfs-

taschen und Bänder im Innern des Kehlkopfes sah ich schon im vierten Monate. Zu einer gewissen Zeit verklebt bei Thieren die Kehlkopfshöhle durch Aneinanderlagerung der betreffenden Epithelschichten (ROTH), eine Angabe, von deren Richtigkeit sich zu überzeugen nicht schwer ist und die auch für den Menschen gilt.

Schilddrüse des Hühnchens.

Die Schilddrüse des Hühnchens stellt am dritten Tage eine einfache, in der sagittalen Medianebene gelegene, 0,12—0,17 mm grosse kreisrunde Ausbuchtung des Epithels der vorderen Schlundwand dar, die in der Theilungsstelle des *Bulbus aortae* in die zwei vordersten (2.) Aortenbogen ihren Sitz hat und einen Ueberzug von der Faserhaut der Arterien erhält. Am vierten Tage schnürt sich diese Ausstülpung von der Schlundwand ab, worauf das blasige Organ solid wird und am fünften Tage in zwei solide kugelige Körper zerfällt, welche nach und nach immer mehr nach abwärts rücken und endlich ihre bleibende Stelle einnehmen. Jede Schilddrüse wandelt sich dann bis zum neunten Brüttage in ein Netz solider cylindrischer Stränge von 15—25 μ Dicke um, welche am zwölften Tage ein enges spaltförmiges *Lumen* und leichte Erweiterungen erkennen lassen, neben denen auch schon kugelige Follikel von 12—20 μ sich finden. Weiter nehmen dann diese Follikel an Menge zu und am 16. Tage bilden dieselben, 16—30 μ gross, die vorwiegenden Bestandtheile des Organes, neben welchen jedoch immer noch spärliche cylindrische, in Abschnürung begriffene Epithelschläuche vorkommen.

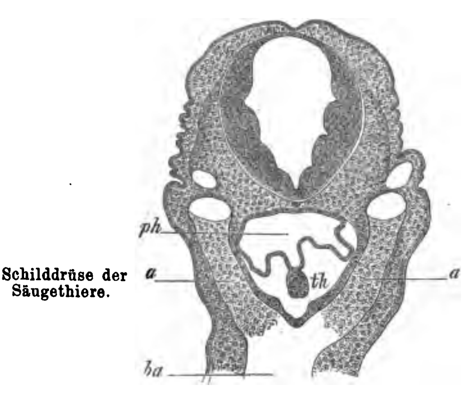


Fig. 253.

Schilddrüse der Säugethiere.

Auch bei den Säugethieren ist eine Ausbuchtung des Pharynxepithels bei der Bildung der Schilddrüse das Primäre, wogegen allerdings die Ausbuchtung nicht als solche zu einer Blase sich abschnürt, sondern in zweiter Linie durch Wucherung ihrer Elemente zu einem warzenförmigen Vorsprunge sich umgestaltet (Fig. 253) und dann erst vom Epithel sich löst. Eine Theilung dieser abgeschnürten Schilddrüsenanlage fehlt bei den Säugethieren ebenfalls, dagegen finden sich die Sprossenbildungen, die Umbildungen

Fig. 253. Querschnitt durch den Kopf eines Kaninchens von 10 Tagen. 17mal vergr. *ba Bulbus aortae; aa* vorderster Aortenbogen; *ph* Schlund; *th* solide Thyreoideaanlage am abgelösten Epithel der vorderen Schlundwand ansitzend. Ausserdem sind sichtbar: *Chorda, Medulla oblongata, Vena jugularis.*

der Enden der Sprossen in hohle Blasen und deren Abschnürungen bei den Säugern genau in derselben Weise wie bei den Vögeln.

Schilddrüse des Menschen.

Die erste Entwicklung der Schilddrüse des Menschen ist unbekannt. Im 2. Monate besteht die Drüse nach W. MÜLLER aus einem schmalen Isthmus und dickeren seitlichen Lappen. W. MÜLLER fand im 2. Monate nur cylindrische Schläuche von 0,014 mm Durchmesser, wogegen von mir am Ende dieses Monates bereits Drüsenblasen gesehen wurden, neben denen wohl auch cylindrische Stränge dagewesen sein werden. Im 3. Monate fand ich die Drüse aus Bläschen von 0,036 bis 0,11 mm gebildet, und glaubte auch zu sehen, dass dieselben durch Treiben von rundlichen Sprossen und Abschnürung derselben sich vervielfältigen. W. MÜLLER fand im 5. Monate, bei Neugeborenen und bei

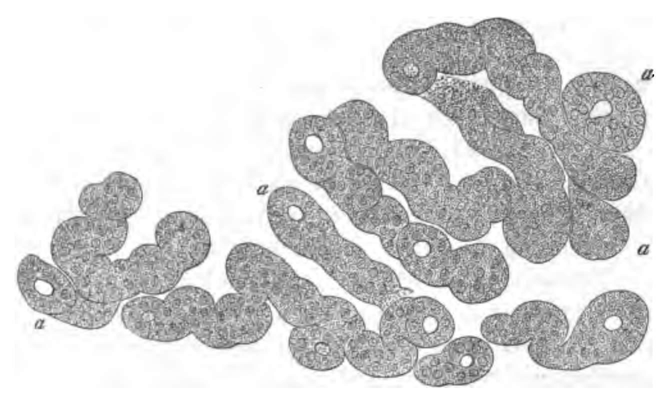


Fig. 254.

Kindern von 3 Jahren neben Follikeln von 0,014—0,040 (5. Monat) und 0,015—0,15 mm (Neugeborene) auch cylindrische, netzförmig verbundene Schläuche von 14—24 μ Durchmesser, deren Anwesenheit ich für Embryonen des 4. und 6. Monates bestätigen kann, mit dem Bemerken jedoch, dass ich von einer Vereinigung derselben nichts zu finden vermag. — Die *Thyreoidea* menschlicher und thierischer Embryonen ist ungemein gefässreich und von rothbrauner Farbe.

Thymus.

Die *Thymus* ist nach meinen Beobachtungen am Kaninchen ein epitheliales Organ und geht aus einer der hinteren (der 2.?) Schlundspalten hervor, indem dieselbe von aussen und innen verwächst und zu einem länglichen, schmalen, dickwandigen Säckchen oder Schlauche

Fig. 254. Querschnitt eines Seitenlappens der Schilddrüse eines Kaninchenembryo von 16 Tagen. 190mal vergr. *a* in Abschnürung begriffene Enden der Drüsenschläuche.

sich umgestaltet, der im Querschnitte die in der Fig. 255 dargestellten Verhältnisse zeigt und neben einem engen Lumen von 8—12 μ eine 40—45 μ dicke Wand besitzt, die scheinbar von mehreren Reihen vorwiegend länglicher, epithelartiger Zellen gebildet wird. In weiterer Entwicklung treibt der einfache Thymuschlauch an seinem unteren Ende Sprossen und nimmt hier allmälig die Form einer einfachen traubenförmigen, mit zahlreichen grossen Drüsenbläschen besetzten Drüse an, während das obere Ende einfach bleibt (Fig. 256). Eigenthümlich ist jetzt schon, dass die Drüsenbläschen alle solid sind, während im Innern der sie tragende Gang noch den ursprünglichen Thymuskanal enthält. Zwischen dem 20. und 23. Tage vollzieht sich nun die Hauptumgestaltung des Organes dadurch, dass die Zellen desselben immer kleiner und unscheinbarer werden, bis sie endlich, nachdem auch ihre Grenzen, die früher schon nie besonders deutlich waren, ganz sich verwischt haben, wie Ansammlungen kleiner rundlicher Kerne mit wenig Zwischensubstanz erscheinen und das Organ seinen epithelialen Charakter verloren und den bekannten der Thymussubstanz angenommen hat. Mit dieser Umgestaltung geht eine andere von fundamentaler Wichtigkeit Hand in Hand, nämlich das Einwachsen von Gefässen und Bindesubstanz in die dicken Wandungen des Organes. Dasselbe beginnt gleichzeitig mit der Umwandlung der Zellen der Wand und erscheinen zuerst schmale Gefässsprossen zwischen den Drüsenblasen oder Körnern, welche von einer äusseren gefässhaltigen, aber von dem umliegenden Gewebe nicht scharf differenzirten Hülle abgehen. Wie dieselben in die Drüsensubstanz hineinwachsen, lässt sich nicht nachweisen, aber wo früher nichts von Gefässen zu sehen war, findet man solche in einem gewissen Stadium in reichlicher Menge, und ist der Schluss nicht abzuweisen, dass dieselben von aussen in die umgewandelte epitheliale Wand sich hineingebildet haben. An solchen Drüsen unterscheidet man nun auch deutlich eine dichtere, in Carmin dunkler sich färbende Rindenlage und eine innere helle Markmasse, in der nun keine Höhle

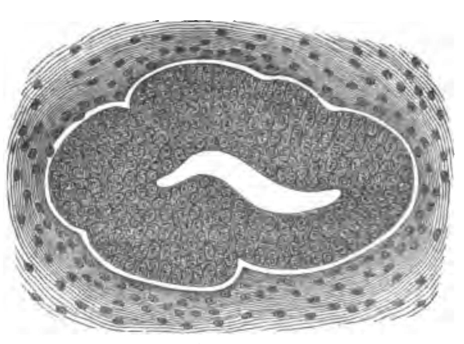


Fig. 255.

Fig. 255. Querschnitt durch einen Theil der *Thymus* eines Kaninchenembryo von 14 Tagen. Vergr. 315mal.

mehr enthalten ist, welcher Unterschied in der verschiedenen Menge der Kerne (Zellen?) und vielleicht auch der Gefässe begründet ist. Ganz denselben Bau wie die *Thymus* älterer Kaninchenembryonen besitzt auch die *Thymus* des menschlichen Embryo vom 3. Monate an aufwärts bis zur Geburt, und bezweifle ich nicht, dass dieselbe ganz ebenso sich entwickelt. In der That stehen auch die bisherigen Erfahrungen über die erste Entwicklung der *Thymus* beim Menschen und bei Thieren nicht nothwendig dem entgegen, was ich bei Kaninchen gefunden.



Fig. 256.

Weitere Entwicklung der Thymus.

In Betreff der weiteren Entwicklung der *Thymus* der Säugethiere mit Bezug auf die äussere Gestaltung bemerke ich noch Folgendes. Von dem primitiven Thymusschlauche aus bilden sich seitliche Wucherungen, welche, anfangs einfach, bald zu ganzen Gruppen von Knospen sich umbilden, die den Kanal in seiner ganzen Länge besetzen und die ersten Andeutungen der grossen Thymusläppchen darstellen. So findet man noch bei 5,6 — 7,0 mm langen Rindsembryonen alle Stadien der Entwicklung an der grossen, leicht darstellbaren, weissen und vom Kieferwinkel bis zum Herzen verlaufenden *Thymus*, indem selbst um diese Zeit die in der Höhe des Kehlkopfes liegende schmale Stelle des Organes aus nichts als aus dem gewucherten primitiven Thymusschlauche besteht, an dem dann nach auf- und abwärts alle Stadien der Sprossenbildung leicht nachzuweisen sind.

Weiter werden dann die Sprossen immer zahlreicher und verwickelter, bis am Ende die Drüsenläppchen des Organes aus ihnen hervorgehen, wie dies schon vor Jahren J. Simon zutreffend geschildert hat. In Betreff der Höhlungen der älteren *Thymus* von Thieren, so bin ich der Ansicht, dass dieselben nicht aus der primitiven Thymushöhle hervorgehen, sondern nur durch Erweichung der Marksubstanz entstehen.

Was den Menschen anlangt, so habe ich die *Thymus* in der siebenten Woche im unteren Theile schon gelappt, im oberen, am Halse bis zur *Thyreoidea* hin gelegenen Abschnitte einfach gefunden. Bei einem Embryo von zehn Wochen waren beide Thymus zusammen im unteren Theile

Fig. 256. *Thymus* eines Kaninchenembryo von 16 Tagen, vergr. *a* Thymuskanal; *b* oberes, *c* unteres Ende des Organes.

dreieckig, 1,98 mm lang, 2,4 mm breit und gingen nach oben in zwei 1,44 mm lange, 0,36 mm, am Ende nur 0,09—0,045 mm breite Hörner aus. Diese Hörner bestanden jedes wesentlich aus einem einfachen, mit Zellen gefüllten Cylinder mit einer zarten, scheinbar structurlosen Hülle von 2 μ und einer stärkeren Bindegewebsschicht, doch war ihr oberes und unteres Ende nicht ganz gleich, indem ersteres nur leicht gewunden und zum Theil an den Rändern etwas buchtig war, während das andere stark buchtig und mit vereinzelten oder haufenweise beisammenstehenden Auswüchsen von 45—68 μ besetzt war, die zum Theil schon wie eine innere Höhlung zeigten. Der dickere Brusttheil des Organs war mit Läppchen von 0,18—0,22 mm versehen, an denen wiederum einfachere Drüsenkörner sichtbar waren. In der zwölften Woche war die *Thymus* nicht viel grösser, aber auch an den Hörnern mit Läppchen von 0,27—0,54 mm besetzt.

Ueber die späteren Entwicklungsverhältnisse der *Thymus* zu reden ist hier nicht der Ort und verweise ich in dieser Beziehung auf die Handbücher der Anatomie und Gewebelehre.

So eigenthümlich nach dem hier Mitgetheilten die Entwicklung der *Thymus* auch ist, so lässt sich dieselbe doch mit anderen Organen in Parallele bringen. Vor nicht langer Zeit hätte man kaum die Annahme machen dürfen, dass ein aus dem äusseren oder inneren Keimblatte hervorgehendes Organ später in eine Art gefässhaltige Bindesubstanz sich umwandelt. Nachdem nun aber die merkwürdigen Umbildungen gewisser Theile des Medullarrohres bekannt geworden sind, wie sie in der Zirbel, dem kleinen Lappen der *Hypophysis* und dem primitiven hohlen *Opticus* namentlich vor sich gehen, kann auch das, was ich bei der Umbildung einer Kiemenspalte in die *Thymus* gefunden habe, nicht mehr allzu sehr auffallen. Immerhin muss hervorgehoben werden, dass vom Darmdrüsenblatte ähnliche Umbildungen sonst nicht bekannt sind und dass es sich bei der Thymus doch um ein Organ von einer gewissen functionellen Bedeutung handelt, was bei der Zirbel und dem Hirnanhange nicht der Fall ist.

§ 45.

Leber, Pancreas, Milz.

Leber.

Die Leber ist beim Säugethierembryo und beim Menschen das drüsige Organ, welches nach den Wolff'schen Körpern zuerst entsteht, und fällt ihr Auftreten beim Menschen in die 3. Woche. Beim Hühnchen zeigt sich die Leberanlage in der ersten Hälfte des 3. Tages später

Leber des Hühnchens.

als der Urnierengang, aber eher früher als die ersten Drüsenkanälchen der Urniere, und zwar darf es als ausgemacht betrachtet werden, dass die Leber uranfänglich in Form von zwei Blindsäcken, den primitiven Lebergängen von Remak, auftritt, die unmittelbar hinter der Anlage des Magens aus der ventralen Wand des *Duodenum* hervorsprossen, in die Lücke (Halshöhle, Parietalhöhle des Kopfes) hineinragen, die das Herz enthält und wie die Lungenanlagen aus beiden den Darm zusammensetzenden Häuten bestehen. Diese Blindsäcke, von denen der eine längere vorn und links parallel dem Vorderdarme, der andere mehr nach hinten und rechts liegt, umfassen bald den Stamm der *Vena omphalo-mesenterica* und bilden dann durch fortgesetzte Sprossenbildung und Wucherung ihrer beiden Lagen ein compactes Organ, in das sofort Aeste der genannten Vene sich hineinbilden.

Leber der Säuger.

Beim Menschen ist die erste Entwickelung der Leber noch ganz unbekannt, dagegen hat Bischoff bei Hundeembryonen die Leber zweimal in einem Stadium gesehen, in welchem dieselbe eine kleine doppelte Ausbuchtung der Wandungen des *Duodenum* darstellte. Etwas abweichend hiervon habe ich bei Kaninchenembryonen am 10. Tage nur Einen primitiven Lebergang und zwar den linken gefunden, zu dem dann einen Tag später noch ein rechter Gang sich gesellte (Fig. 257).

Beide Gänge waren von Fortsetzungen des Duodenalepithels ausgekleidet und besassen als äussere Umhüllung einen dicken wulstförmigen Theil der äusseren Darmhaut oder der Darmfaserplatte, der im Querschnitte Fig. 258 besonders deutlich zu erkennen ist.

Gleichzeitig mit der Bildung des rechten Leberganges erscheinen beim Kaninchen auch die ersten soliden Lebercylinder (Remak) an dem linken Gange, d. h. kurze solide Epithelialsprossen desselben, und zugleich bilden sich zahlreiche Gefässe in dem grösser gewordenen Leberwulste, welche ich als Sprossen der *Venae omphalo-mesentericae* auffasse. Schon am 11. Tage glaube ich auch die Gallenblase als eine ganz kleine Sprosse des rechten Gallenganges gesehen zu haben. Am 11. Tage gestaltet sich die Leber rasch weiter um und entwickelt zwei Lappen, die zusammen bogenförmig den Darm umfassen und mit scharfen Kanten gegen die Wirbelsäule gerichtet sind. In dem grösseren rechten Lappen wird die Mitte von einer mächtigen Vene eingenommen, die unzweifelhaft die *Omphalo-mesenterica* ist, während der linke Lappen ein viel kleineres Gefäss enthält, das beim Kaninchen, bei dem die zwei Dottersackvenen viel länger sich erhalten, vielleicht als linke *Omphalo-mesenterica* gedeutet werden darf. Lebercylinder sind nun in der ganzen, wenn auch an *Parenchym* noch armen Leber vorhanden und hängen dieselben auch netzförmig zusammen.

Am 12. Tage hat die Abgangsstelle der beiden primitiven Lebergänge zu einem längeren Kanale von 85 μ Breite sich ausgezogen, der

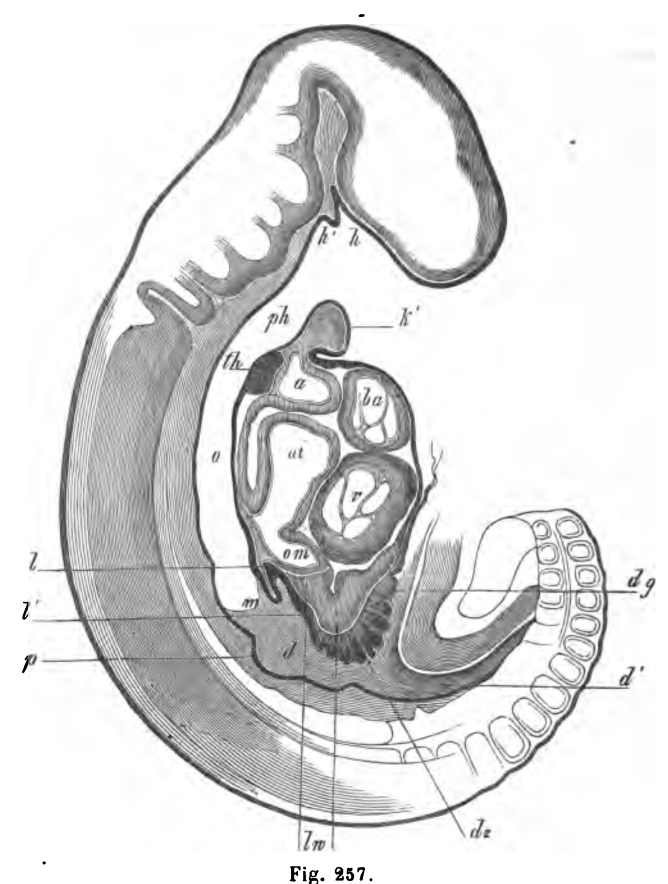


Fig. 257.

die Gallenblase abgiebt und netzförmig anastomosirende Lebercylinder entsendet. Am 14. Tage zeigt der jetzt schon lange *Choledochus* nahe am *Duodenum* eine spindelförmige Erweiterung und sind seine Verbindung

Fig. 257. Sagittaler Medianschnitt durch einen Kaninchenembryo von 10 Tagen. Vergr. 27,8mal. *k'* erster Kiemenbogen (Unterkiefer); *h* Hypophysistasche; *h'* Nebentasche von SEESSEL; *ph Pharynx*; *th* Anlage der Schilddrüse; *o Oesophagus* von der durch den Schnitt nicht getroffenen Lungenanlage noch nicht getrennt; *m* Magen; *l* linker Lebergang; *l'* Anlage des rechten Leberganges; *d Duodenum*; *p* Pancreasanlage; *dz* Zotten des Dotterganges; *dg* Dottergang; *d'* Darm, hinterer Theil; *lw* Verdickung der Darmfaserplatte in der Lebergegend oder Leberwulst; *om Vena omphalo-mesenterica*; *v* Herzkammer; *at Atrium*; *ba Bulbus aortae*; *a* Theilungsstelle derselben.

mit dem *Cysticus* und sein Uebergang in einen bald sich theilenden *Hepaticus* sehr deutlich, ebenso wie die Verbindung der *Hepatici* mit den allem Anschein nach soliden Lebercylindern, welche alle aus mehrfachen Zellenreihen (meist 2—4) bestehen.

Leber des Menschen in späteren Zeiten.

Ich kehre nun wieder zur menschlichen Leber zurück, um dann zuletzt die Bildungsgesetze des Organes zu erörtern. Lage, frühes Auftreten und Blutreichthum finden sich beim Menschen, wie bei Thieren, und dürfen wir wohl annehmen, dass dieses Organ im Wesentlichen ebenso sich entwickelt, wie beim Kaninchen.

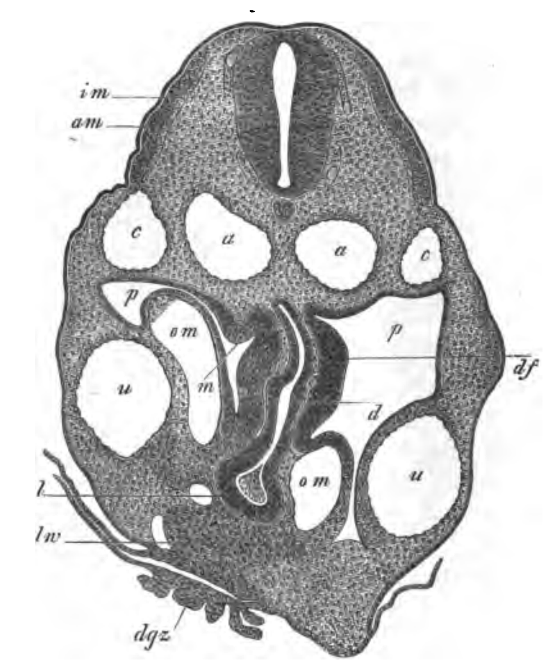


Fig. 258.

Schon in der vierten Woche zeigt die Leber des Menschen die Grösse, die in der Fig. 259 dargestellt ist, und was ihre Lage in dem natürlich gekrümmten Embryo betrifft, so kann dieselbe aus der Fig. 116 S. 120 entnommen werden, in der die Leber über dem Nabelstrange und unter dem Herzen durchschimmert. Während des zweiten Monates wächst nun die Leber rasch zu einem colossalen Organe heran, das am Ende dieses und im dritten Monate, aus welchem die Fig. 260 dasselbe zeigt, fast die ganze Unterleibshöhle ausfüllt und mit seinen unteren Enden die *Regiones hypogastricae* erreicht, so dass nur ein kleiner Raum hinter ihm und in dem Einschnitte zwischen seinen beiden Lappen frei

Fig. 258. Querschnitt durch den Rumpf eines Kaninchens von 10 Tagen in der Gegend der Leber und der vorderen Darmpforte. 57mal vergr. *a* Aorta; *c Vena cardinalis; u Venae umbilicales; om Venae omphalo-mesentericae; p* Bauchhöhle; *d Duodenum; l* Leberanlage; *lw* Leberwulst; *dgz* Dottergangzotten; *am* äussere, *im* innere Muskelplatte; *df* Darmfaserplatte am *Duodenum* sehr dick und zwischen ihr und Epithel die in Bildung begriffene *Mucosa; m* Vorsprung der Darmfaserplatte, der vielleicht erste Milzanlage ist.

bleibt, in welchem letzteren Dünndarmschlingen und um diese Zeit auch der *Processus vermicularis* mit dem *Coecum* wahrgenommen werden. Diese ungemeine Grösse ist nun auch für die ganze spätere Periode des Embryonallebens charakteristisch, immerhin ist zu bemerken, dass die Leber allerdings in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft nach und nach etwas zurückbleibt, d. h. nicht in demselben Verhältnisse wächst, wie die übrigen Theile, was namentlich vom linken Lappen gilt, der nun allmälig kleiner wird als der rechte. Nichts destoweniger ist die Leber noch am Ende der Schwangerschaft relativ viel grösser als beim Erwachsenen (s. S. 129).

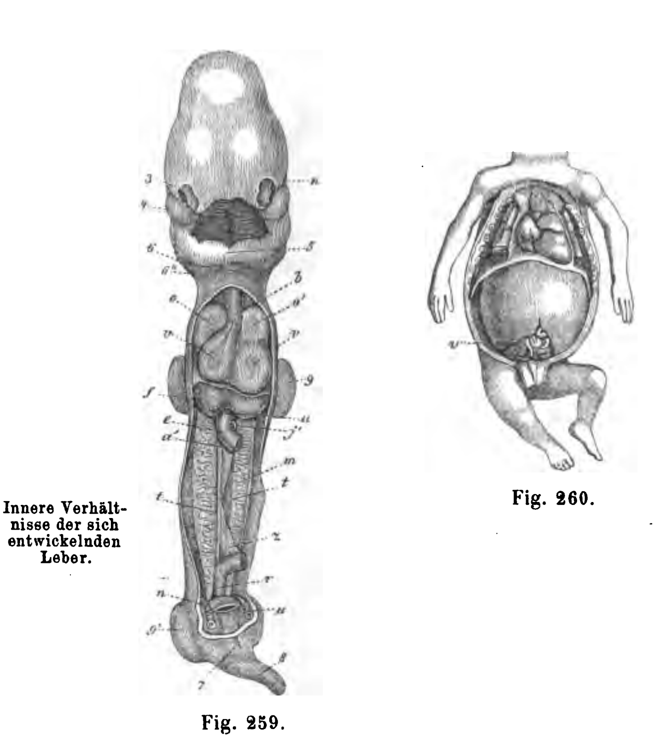


Fig. 259. Fig. 260.

Innere Verhältnisse der sich entwickelnden Leber.

Die feineren Verhältnisse anlangend, so ist die Entwickelung der Leber äusserst merkwürdig, und zeigt keine andere Drüse vollkommen Gleiches. Die zweigelappte compacte Anlage der eigentlichen Leber entsteht aus den zwei beschriebenen Lebergängen durch zwei besondere Wachsthumsphänomene, die man wohl auseinander zu halten hat. Das

Fig. 259. Menschlicher Embryo von 25—28 Tagen nach Coste gestreckt und von vorn dargestellt nach Entfernung der vorderen Brust- und Bauchwand und eines Theiles des Darmes. *n* Auge; 3 Nasenöffnung; 4 Oberkieferfortsatz; 5 vereinigte Unterkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens oder primitiver Unterkiefer; 6 zweiter, 6'' dritter Kiemenbogen; *b Bulbus aortae*; *o*, *o'* Herzohren; *vv* rechte und linke Kammer; *u Vena umbilicalis; f* Leber; *e* Darm; *a' Arteria omphalo-mesenterica; j' Vena omphalo-mesenterica; m* Wolff'sche Körper; *t* Blastem der Geschlechtsdrüse; *z Mesenterium; r* Enddarm; *n Arteria;* 7 Mastdarmöffnung oder Oeffnung der Kloake; 8 Schwanz; 9 vordere, 9' hintere Extremität.

Fig. 260. Brust- und Baucheingeweide eines zwölf Wochen alten Embryo in natürlicher Grösse. *v Coecum* mit dem *Proc. vermicularis*, dicht an der Leber und fast in der Mittellinie gelegen.

eine beruht auf einer Wucherung der die primitiven Lebergänge umhüllenden Faserschicht, die die Fortsetzung der Faserlage des Darmes ist. In Folge dieser Wucherung vereinen sich beim Hühnchen die beiden primitiven Lebergänge über dem Stamme der *Vena omphalo-mesenterica* und wird aus denselben, gleichzeitig mit der Bildung zahlreicher, von der genannten Vene aus sich entwickelnder Blutgefässe, ein mächtiges zweilappiges Organ gebildet, dessen äussere Gestalt dem Verhalten der inneren Drüsenelemente auch nicht von Ferne entspricht. Während nämlich die Faserschicht der Lebergänge in besagter Weise die äussere Form des Organes bedingt, entwickeln sich von dem Epithel der primitiven Lebergänge aus aus Zellen bestehende Sprossen in die Faserschicht hinein, die Lebercylinder von REMAK, welche, nach Art der Anlagen traubenförmiger Drüsen weiter wuchernd, sich verästeln und zugleich — und dies ist der Leber eigenthümlich — auch durch Anastomosen sich verbinden, in der Art, dass auch die Sprossen der beiden Lebergänge unmittelbar in Verbindung treten. Ist dieser Vorgang zu einiger Entwicklung gediehen, so findet man dann im Innern der beiden Leberlappen ein schon ziemlich entwickeltes Netzwerk von Lebercylindern, von denen eine gewisse Zahl mit den gleichfalls leicht ästig gewordenen Epithelialschläuchen der ursprünglichen Lebergänge zusammenhängt, während das Ganze von der Faserschicht umhüllt und durchzogen wird, welche im Innern als Trägerin der reichlichen Blutgefässe dient, die alle Lücken zwischen dem Netzwerk der Cylinder erfüllen. Beim Hühnchen hat die Leber am Ende des fünften und am sechsten Tage den hier geschilderten Bau und sind um diese Zeit alle ursprünglich dagewesenen freien Enden von Lebercylindern verschwunden, mit andern Worten, in der Netzbildung derselben aufgegangen, und wesentlich dieselben Verhältnisse finden sich auch bei Säugethieren und beim Menschen.

Die weitere Entwicklung der Leber ist im Ganzen noch wenig verfolgt. Immerhin kann ein wichtiger Satz als vollkommen gesichert hingestellt werden, nämlich der, dass die Leberzellen des Erwachsenen Abkömmlinge der Zellen der primitiven Lebercylinder und somit auch derjenigen des Darmdrüsenblattes des Embryo sind. Mit dieser Erkenntniss tritt die Leber, so eigenthümlich auch sonst ihr Bau sein mag, doch auf jeden Fall in die Reihe der übrigen Darm- und Hautdrüsen ein, deren Drüsenzellen auch sammt und sonders auf die innere und äussere epitheliale Bekleidung des Embryo zurückzuführen sind. In Betreff des Näheren der Umwandlung der primitiven Netze der Lebercylinder in die späteren anastomosirenden Leberzellenbalken bemerke ich hier, auf meine Entwicklungsgeschichte 2. Aufl. verweisend, Folgendes. Die primitiven Lebercylinder, die wie TOLDT und ZUCKERKANDL mit Recht an-

geben, immer aus mehreren Zellenreihen bestehen und enge *Lumina* enthalten, welche letzteren ich für gewisse Cylinder des Hühnchens bestätigen kann, erhalten sich während der ganzen Fötalzeit und sind selbst in der nachembryonalen Periode noch lange (beim Menschen bis zum 5. Jahre T. und Z.) anzutreffen. In dieser Zeit vermehrt sich das Netz derselben offenbar wie bei ihrer ersten Entstehung durch fortgesetzte Sprossenbildungen, deren genauere Verhältnisse übrigens noch zu ermitteln sind. Schliesslich gehen alle Cylinder in die einfachen späteren Leberzellenbalken über, wobei man an eine Dehnung derselben und Richtung ihrer Zellen (T. und Z.) und an eine Spaltung der Cylinder (ich) denken kann. Auch könnten später einfache Zellenreihen als Sprossen der mehrreihigen Cylinder entstehen. Gleichzeitig mit allen diesen Veränderungen würden dann natürlich auch die Gefässe energisch mit wuchern und von den ersten hohlen Lebergängen aus die angrenzenden Lebercylinder Schritt für Schritt sich aushöhlen oder ausweiten und die Gallengänge bilden.

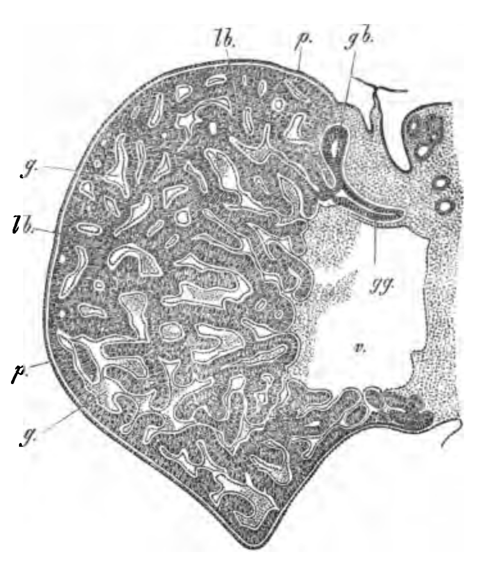


Fig. 261.

Gallengänge. Da ursprünglich alle Lebercylinder anastomosiren, beim Erwachsenen dagegen ausser an gewissen Orten, wie in der *Porta hepatis*, wo der *Ductus hepaticus dexter et sinister* die bekannten feinen Anastomosen bilden, bei den *Vasa aberrantia* und den *Ductus interlobulares*, Anastomosen der Gallengänge nicht vorkommen, so bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass später ein Theil der Lebercylinder im Bereiche der sich bildenden Gallengänge nicht weiter sich entwickelt und schliesslich durch Resorption verloren geht. — Dass die primitiven Lebergänge die *Ductus hepatici* sind, ist aus der bisherigen Schilderung wohl schon klar geworden, und vom *Ductus choledochus* haben wir

Fig. 261. Querschnitt durch die Leber eines Hühnchens von 5 Tagen circa 37mal vergrössert. *gg* Gallengang; *gb* Gallenblase; *p* Bauchfellüberzug der Leber; *lb* Lebercylinder; *g* Gefässe; *v* Vene.

gesehen, dass derselbe durch ein secundäres Hervorwuchern der Ausgangsstelle der beiden primitiven Gänge sich entwickelt. Die Gallenblase ist beim Menschen schon im zweiten Monate vorhanden. Sie überragt beim Fötus nie den scharfen Rand der Leber und zeigt die Falten ihrer Schleimhaut schon im 5. Monate.

Gallenblase.

Physiologische Bedeutung der Leber beim Fötus.

Zum Schlusse erwähne ich nun noch, dass die Leber des Fötus offenbar ein physiologisch sehr wichtiges Organ ist, wie vor Allem die grosse Menge Blutes beweist, welche dieselbe durchfliesst. Es ist jedoch ihre Bedeutung weniger darin zu suchen, dass sie Galle secernirt, als darin, dass das Blut in ihr besondere chemische und morphologische Umwandlungen erleidet. Der letztere Punkt wird bei der Lehre vom Blute noch weiter zur Besprechung kommen, und erwähne ich daher nur noch, dass die Gallensecretion zwar schon im dritten Monate auftritt, aber während der ganzen Fötalperiode nie eine grössere Intensität erreicht. Im dritten bis fünften Monate findet sich eine gallenähnliche Materie im Dünndarme, in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft trifft man dieselbe auch im Dickdarme und zuletzt auch im Mastdarme und nennt man den grünlich braunen oder braunschwarzen Darminhalt dieser Zeit, der aus verschlucktem *Liquor Amnii* mit Wollhaaren, Epi-

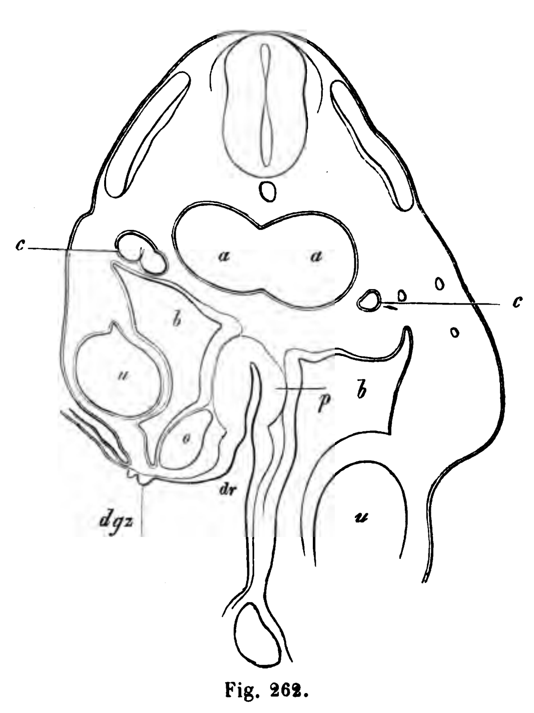


Fig. 262.

Fig. 262. Querschnitt durch den Rumpf eines Kaninchenembryo von 10 Tagen, drei Schnitte weiter hinten als die Fig. 258. Vergr. 52mal. *aa* verschmolzene Aorten; *cc Venae cardinales; uu Venae umbilicales; oo Venae omphalo-mesentericae*; *dr* Darmrinne; *dgz* letzter Rest der Dottergangszotten; *p* Pancreasanlage den ganzen dicken hinteren Theil des *Duodenum* umfassend, etwas nach links gerichtet; *b* Bauchhöhle. Die WOLFF'schen Gänge sind in diesem Schnitte schon da, wurden aber nicht eingezeichnet.

dermisschüppchen und Hauttalg, dann aus Galle, Schleim, abgelösten *Meconium.* Epithelien und Cholestearinkrystallen besteht, *Meconium* oder Kindspech. Die Gallenblase zeigt bis zum fünften oder sechsten Monate nur etwas Schleim als Inhalt, von da an meist hellgelbe Galle.

Pancreas. Das *Pancreas* entwickelt sich beim Kaninchen als eine Ausbuchtung des Epithels der dorsalen Wand des *Duodenum* (Fig. 262) und wuchert, da der Darm hier keine Bekleidung von der Darmfaserplatte besitzt, als ein epitheliales Rohr in die vor der Aorta gelegenen Mesodermaschichten hinein, die man als Mesenterium des *Duodenum* bezeichnen kann. Die erste hohle Anlage des Organes treibt wie bei den Lungen hohle blasenförmige Sprossen, von welchen aus dann die ganze Drüse durch wiederholte Bildung von hohlen Sprossen sich entwickelt, um welche zugleich eine bindegewebige Hülle mit Gefässen aus dem Blasteme des *Mesenterium* sich ausbildet. — Beim Hühnchen entwickelt sich das *Pancreas* mit soliden Sprossen.

In Betreff des *Pancreas* des Menschen ist nur Folgendes bekannt: Bei einem vier Wochen alten Embryo beschrieb ich schon vor Jahren im *Pancreas* einen einfachen weiten und hohlen Ausführungsgang, der an seinen Seiten und am verschmälerten Ende mit einigen (ich zählte sieben) geschlängelten Nebengängen versehen war, von denen jeder in seinem schmäleren Anfangstheile schon ein *Lumen* besass, dagegen am Ende in eine solide, rundlich-birnförmige Knospe ausging. Am Ende des zweiten Monates fand ich die Drüse in ihren Hauptabtheilungen bereits vollkommen angelegt, jedoch fällt die Bildung der hohlen Drüsenbläschen in eine bedeutend spätere Zeit, denn im dritten Monate traf ich die rundlichen Enden der Drüsengänge noch vollkommen solid, obschon ihr Durchmesser bereits 45 μ betrug.

Im dritten und vierten Monate mündet nach Meckel der *Wirsungianus* oben und links in die *Pars descendens Duodeni*, der *Choledochus* unten und rechts, im fünften Monate dagegen liegen beide Gänge neben einander.

Milz. Die Milz bietet mit Bezug auf ihre Entwicklung nur geringes Interesse dar. Dieselbe bildet sich beim Menschen im zweiten Monate, wann, ist nicht genau bekannt, im Magengekröse dicht am Magen aus einem Blasteme, das dem mittleren Keimblatte, genauer bezeichnet, den Mittelplatten angehört, und wächst, verglichen mit der Leber, nur langsam hervor, so dass sie in der ersten Hälfte des dritten Monates nur etwa 1,7 mm Länge und weniger denn 1,13 mm in der Breite misst. Anfangs nur aus kleinen Zellen bestehend, entwickeln sich im dritten Monate Gefässe und Fasern in dem Organe und wird dasselbe bald sehr blutreich. Dagegen treten die Malpighi'schen Körperchen erst am Ende der Fötal-

periode auf, ohne dass bis jetzt über die erste Zeit ihres Erscheinens und ihre Entwicklung, die übrigens kaum etwas Besonderes darbieten wird, Genaueres bekannt wäre.

VII. Entwicklung des Gefässsystems.

§ 46.

Entwicklung des Herzens.

Wir haben in den früheren §§ schon zu wiederholten Malen Gelegenheit gehabt, die erste Entwicklung des Herzens, des Gefässsystems und des Blutes zu besprechen, und es erübrigt nur noch, die weitere und letzte Ausbildung der einzelnen Theile dieses Systemes zu schildern.

Erste Umbildungen des Herzens.

Was das Herz anlangt, so nehmen wir dasselbe in dem Stadium auf, in dem es einen vor dem Vorderdarme in der Parietalhöhle des Halses oder Halshöhle gelegenen geraden Schlauch darstellt, der aus seinem vorderen Ende zwei *Arcus aortae* entsendet, während auf der andern Seite zwei *Venae omphalo-mesentericae* aus dem Fruchthofe in denselben eintreten. In diesem Stadium ist das Herz beim Menschen noch nicht gesehen, wohl aber auf dem nächstfolgenden, wo es Sförmig sich zu krümmen beginnt, in welchem Coste dasselbe bei einem 15—18 Tage alten Embryo antraf (Fig. 114). Ist diese Krümmung mehr ausgebildet (Fig. 263), so erkennt man zwei Hauptbiegungen, eine der arteriellen Seite, vorn und rechts unterhalb des Ursprunges der Aorta, und eine des venösen Abschnittes, hinten und links über der Einmündungsstelle der Venen. Ausserdem findet sich anfangs auch eine starke Biegung am Ursprunge der Aorta, die in der Fig. 264 sehr stark ausgeprägt ist, später aber immer mehr verschwindet. Im weiteren Verlaufe krümmt sich nun das Herz so zusammen, wie die Figg. 264 und 265 nach Bischoff von einem Kaninchenembryo zeigen, und zugleich entwickeln sich auch besondere Ausbuchtungen und eingeschnürte Stellen. Die Krümmung anlangend, so biegt sich der Herzkanal so, dass die venöse Krümmung in die Höhe steigt, von links nach rechts gegen die Aorta rückt und selbst etwas hinter dieselbe zu liegen kommt, was dann auch die Folge hat, dass die Einmündungsstelle der Venen ihre Lage hinter der arteriellen Krümmung einnimmt, so dass das Herz im Ganzen in verschiedenen Ebenen liegt, wie dies auch die Fig. 265 einigermaassen versinnlicht. Von den anderweitigen Veränderungen sind die bemerkens-

werthesten das Auftreten von zwei leichten seitlichen Ausbuchtungen (Fig. 264) an der venösen Krümmung und der Zerfall der arteriellen Krümmung in der Längsrichtung in zwei besondere Abschnitte, so dass nun das ganze Herz aus folgenden Theilen besteht. Dicht über einem kurzen Venenstamme, der die beiden *Venae omphalo-mesentericae* aufnimmt, erscheinen die beiden Ausbuchtungen, welche die Gegend der

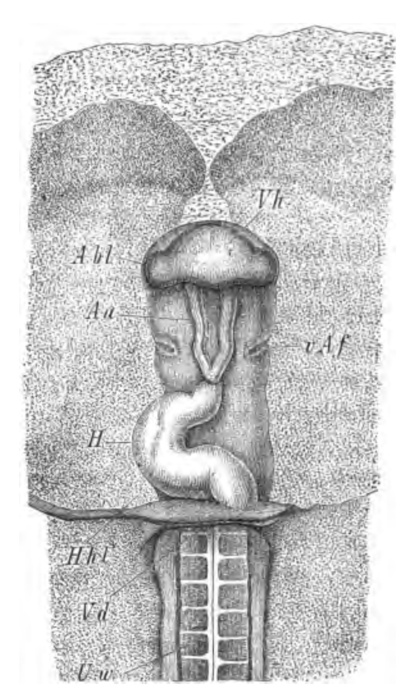


Fig. 263.

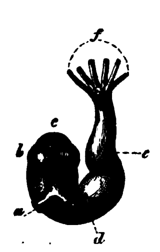


Fig. 264.

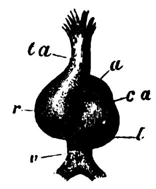


Fig. 265.

späteren Vorkammern bezeichnen, aber nicht die Atrien, sondern wesentlich nur die *Auriculae* darstellen. Durch eine leichte Einschnürung, den *Canalis auricularis* oder den Ohrkanal der älteren Embryologen,

Auriculae.

Canalis auricularis.

Fig. 263. Vorderer Theil eines Hühnerembryo von 4,55 mm Länge von unten. *H* Herz; *Aa Arcus aortae; Hhl* Halshöhle; *Vd* vordere Darmpforte; *Uw* Urwirbel; *Abl* Augenblasen; *Vh* Vorderhirn; *vAf* Ausgangsstelle der vorderen Amnionfalte, welche Falte übrigens bis zur Mittellinie sich erstreckt.

Fig. 264. Herz eines Kaninchenembryo, vergrössert, nach Bischoff, von hinten. *a Venae omphalo-mesentericae; d* rechte Kammer; *e Bulbus aortae; f* sechs Aortenbogen; c Vorhof; *b Auriculae.*

Fig. 265. Das Herz der Fig. 264 von vorn, nach Bischoff. *ta Truncus arteriosus; ca* Ohrkanal; *l* linke Kammer; *r* rechte Kammer; *a* Vorhof; *v* Venensinus.

von dem Vorhofe getrennt, folgen dann die beiden Auftreibungen (Fig. 265 *l* und *r*) mit einer Zwischenfurche, die linke und rechte Kammer, und zwischen denselben der *Sulcus interventricularis*. Zwischen der rechten Kammer und dem Aortenstamme, der gewöhnlich als Aortenzwiebel, *Bulbus aortae* oder *Truncus arteriosus* bezeichnet wird, haben die älteren Forscher auch eine verengte Stelle unter dem Namen *Fretum Halleri* beschrieben, es ist jedoch zu bemerken, dass diese Einschnürung, die in der Fig. 264 in der Ansicht von hinten zu sehen ist, wenn beständig, doch sicherlich bei Säugethierembryonen bald vergeht.

Während die Figg. 264 und 265 nur sehr wenig an die gewöhnliche Herzform erinnern, so führt das nächstfolgende Stadium, das die Figg. 266 und 267 wiedergeben, gleich in ein bekanntes Gebiet. Und doch ist das Herz auch auf dieser Stufe, wie eine genauere Betrachtung auf den ersten Blick lehrt, noch sehr eigenthümlich, indem dasselbe immer noch eine einzige Arterie aus der rechten Kammer entsendet und nur Eine Vene aufnimmt, auch im Innern ohne alle Andeutung von Scheidewänden ist, ganz abgesehen von den äusseren Formabweichungen, die ohne weitere Hinweisung deutlich sind. (Die Art und Weise, wie diese Herzform aus der nächstvorigen entsteht, ist einfach die, dass das Venenende noch mehr hinter die Aorta tritt, bis dasselbe endlich genau hinter ihr seine Lage hat, so dass dann bei einer weiteren Vergrösserung der Herzohren dieselben rechts und links von der Aorta zum Vorschein kommen und wie die beiden Vorhöfe darstellen, während die Arterie selbst wie in eine Furche zwischen sie zu liegen kommt. Mit der Vergrösserung der Herzohren muss natürlich auch der Ohrkanal (Fig. 267 *e*) viel

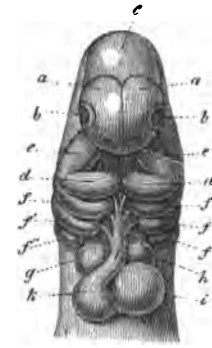


Fig. 266.



Fig. 267.

Fig. 266. Kopf eines Hundeembryo von unten gesehen, mehr vergrössert. Nach Bischoff. *a* Vorderhirn; *b* Augen; *c* Mittelhirn; *d* Unterkieferfortsatz; *e* Oberkieferfortsatz der ersten Kiemenbogen; *f f' f''* zwei bis vier Kiemenbogen; *g* linkes, *h* rechtes Herzohr; *k* rechte, *i* linke Kammer; *l* Aorta oder *Truncus arteriosus* mit drei Paar *Arcus aortae*.

Fig. 267. Herz des Embryo der Fig. 266 von hinten gesehen. *a* gemeinsamer Venensinus; *b* linke, *c* rechte *Auricula*; *g* rechte, *f* linke Kammer; *e* Ohrkanal; *h* *Truncus arteriosus*. Nach Bischoff.

deutlicher hervortreten, der jedoch immer noch wie anfangs nur zwischen dem Venenabschnitte und der linken Kammer seine Lage hat. Die Kammern selbst sind, verglichen mit früher, grösser, die linke stärkere mehr rund, die rechte eher kolbig und der *Sulcus interventricularis* nicht schwächer als er im jüngeren Herzen erschien.

Bau des primitiven Herzens.

Die innere Organisation und der Bau der eben geschilderten embryonalen Herzen bietet, meinen Beobachtungen am Kaninchenembryo zufolge, manches Besondere dar. In erster Linie bemerke ich, dass die Muskulatur des Herzens bei diesem Thiere am 9. Tage auftritt, unmittelbar nach der Verschmelzung der beiden Herzhälften, und dass schon am 10. Tage an der *in toto* 0,054—0,108 mm dicken Herzwand vier Schichten sich deutlich unterscheiden und zwar von aussen nach innen 1) eine dünne Bindesubstanzlage, 2) eine Lage von Muskelzellen, 3) eine endocardiale Schicht in Gestalt einer verschieden dicken Lage gallertiger Bindesubstanz und 4) ein einschichtiges Endothel. In Bezug auf die Verbreitung der Muskeln habe ich die Beobachtung gemacht, dass am 10. und 11. Tage der ganze *Bulbus aortae*, d. h. der einfache primitive Aortenstamm bis zu seiner Theilung eine deutliche Muskelschicht besitzt, deren Faserung vorwiegend quer geht, eine Thatsache, die Angesichts des Vorkommens quergestreifter Muskelfasern am *Conus arteriosus* niederer Wirbelthiere (*Selachier*, *Ganoiden* und *Chimaeren*) gewiss alle Beachtung verdient.

Wichtig ist ferner, dass das einkammerige, einfache primitive Herz bereits gut ausgebildete, arterielle und venöse Klappen besitzt. Dieselben stellen bei Kaninchenembryonen an beiden Ostien paarige, halbkugelige Verdickungen der vorhin erwähnten endocardialen Gallertsubstanz dar, in welche die Muskulatur nicht eingeht (s. Fig. 268).

Weitere Entwicklung des Herzens.

Für die nun folgenden Zustände halte ich mich an das menschliche Herz. Die Fig. 269 zeigt das 2,66 mm lange Herz des in der Fig. 116 dargestellten vier Wochen alten Embryo, das sehr nahe an die Herzform der Fig. 266 und 267 sich anschliesst. Bemerkenswerth ist neben der grösseren Entwicklung der Herzohren die Kleinheit der rechten Kammer, ein Verhalten, das jedoch nur kurze Zeit so ausgeprägt besteht. Die Aorta oder der *Truncus arteriosus*, obschon wie mit einer Furche versehen, welche aber nur die durchschimmernde *Intima* ist, war noch einfach und durch die schiefe Lage ihres Anfanges, so wie durch die starke Biegung in der Gegend der Vorkammer auffallend. An dieser ist mit Hinsicht auf die nächstfolgende Zeit besonders der nahezu gleiche Umfang der beiden Herzohren, von denen das linke selbst eher etwas grösser war, zu beachten, ausserdem verdient aber auch das Verhalten der einmündenden Venen Berücksichtigung. Statt Einer grossen Vene nämlich,

die früher allein vorhanden war, findet sich hier das erste Stadium der Scheidung in die drei späteren Stämme und zwar ist die rechte *Cava superior* schon ganz getrennt, während die *Cava inferior* und die *Cava superior sinistra* noch zusammenhängen.

Die weiteren Veränderungen des menschlichen Herzens, die zwischen die vierte bis achte Woche fallen, sind folgende. Zuerst und vor Allem wird die rechte Kammer kolbenförmig und grösser, während die linke Kammer etwas an Rundung verliert, ohne dass die Gesammtverhältnisse sich ändern, was zu der Form führt, die die Fig. 270 darstellt. Dann verlängern sich die beiden Kammern noch mehr und spitzen sich zu, während zugleich der Venentheil des Herzens und besonders die

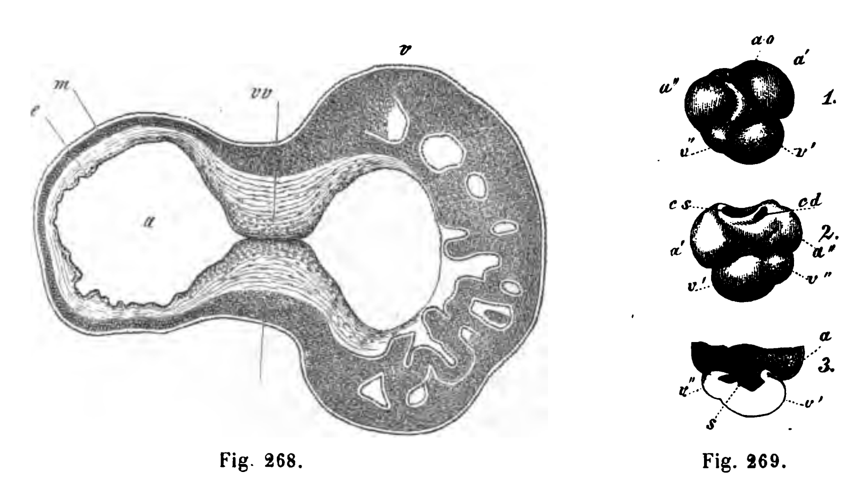


Fig. 268. Fig. 269.

Herzohren zu einer ganz unverhältnissmässigen Grösse heranwachsen. Die Fig. 270 zeigt nach Ecker das 3,3 mm lange Herz eines etwa sechs Wochen alten Embryo von vorn und die Fig. 271 das 4,3 mm grosse Herz eines Fötus aus der achten Woche von der hinteren Seite, und überzeugt man sich an beiden Figuren leicht von der Grösse der Herzohren, von denen das rechte jetzt entschieden das grössere ist. In der Ansicht

Fig. 268. Sagittalschnitt durch die Herzkammer und den Vorhof eines Kaninchenembryo von 11 Tagen. Vergr. 59mal. *v* Ventrikel; *a* Atrium; *vv Valvula venosa; m* Muskellage der Herzwand.

Fig. 269. Herz eines vier Wochen alten, 13,5 mm langen menschlichen Embryo, $5^{1}/_{2}$mal vergr. I. von vorn, II. von hinten, III. mit geöffneten Kammern und Vorkammer, deren obere Hälfte entfernt ist. *a'* linkes, *a''* rechtes Herzohr; *v'* linke, *v''* rechte Kammer; *ao Truncus arteriosus; s Septum ventriculorum* in der Anlage begriffen; *cd Cava superior dextra; cs Cava superior sinistra* mit der *Cava inferior*. Bei II. ist der *Canalis auricularis* sehr deutlich.

von hinten befinden sich übrigens die Herzohren einfach neben und über den Kammern, in der anderen Ansicht dagegen erkennt man, wie dieselben einen guten Theil der Kammern decken, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass in der Fig. 270 die *Auriculae* nicht ganz in ihrer natürlichen Lage, sondern etwas abgehoben gezeichnet sind. Venenmündungen sind jetzt ganz bestimmt drei vorhanden, von denen die der linken *Cava superior* durch ihre Lage alle Beachtung verdient, wie wir dies übrigens später beim Venensysteme noch weiter zu be-

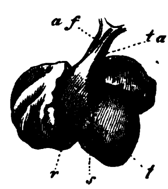


Fig. 270.

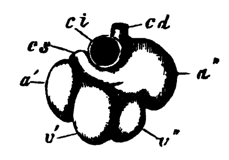


Fig. 271.

sprechen Gelegenheit haben werden. Alle diese Venen münden übrigens jetzt noch in einen einfachen Raum zwischen den Herzohren, den primitiven Vorhof, indem die spätere Scheidewand auch in dem Herzen der Fig. 270 nur in den ersten Spuren vorhanden ist. Wesentlich verändert hat sich dagegen das Verhalten des Vorhofes zu den Kammern, denn während derselbe früher (s. die Fig. 267) nur mit der linken Kammer in Verbindung stand, ist er im Herzen der Fig. 269 auch mit der rechten Kammer schon etwas in Communication und bei dem Herzen der Fig. 271 erkennt man schon von aussen, dass dieser Zusammenhang ein ganz inniger sein muss, und in der That ergiebt auch die innere Untersuchung eines solchen Herzens, dass jede Kammer nun durch eine besondere Oeffnung in den Vorhof übergeht. Von dem *Truncus arteriosus* endlich ist noch zu bemerken, dass derselbe bei dem jüngeren Herzen eine Furche, als Andeutung seiner beginnenden Theilung zeigt (Fig. 269), welche Trennung bei dem älteren Herzen schon zum Abschlusse gekommen ist, so dass nun zwei Arterien, die Aorta und die *Pulmonalis*, jede für die betreffende Kammer, vorhanden sind.

Die äusseren Umwandlungen des Herzens weiter speciell zu verfolgen

Fig. 270. Herz von 3,3 mm Länge eines etwa sechs Wochen alten menschlichen Embryo, 4mal vergr., nach ECKER. *l* linke, *r* rechte Kammer; *ta Truncus arteriosus*, mit einer Furche bei *af*, die die Trennungsstelle der Aorta und Pulmonalis andeutet. Ausserdem sieht man die beiden grossen Herzohren.

Fig. 271. Herz eines acht Wochen alten menschlichen Embryo von 4,3 mm Länge, etwa 3mal vergr. von hinten; *a'* linkes, *a''* rechtes Herzohr; *v'* linke, *v''* rechte Kammer; *cd Cava superior dextra; cs Cava superior sinistra; ci Cava inferior.*

lohnt sich kaum der Mühe und begnüge ich mich daher mit Folgendem. Die rechte Kammer wächst bald so heran, dass sie die linke an Grösse erreicht oder selbst etwas übertrifft, doch findet man beide Kammern gegen das Ende des Fötallebens wieder ziemlich gleich gross und zusammen einen hübschen Kegel darstellend, indem der rechte Rand des Herzens wegen der grösseren Dicke der rechten Kammer jetzt noch abgerundet ist. Die Vorhöfe und Herzohren behalten lange Zeit ihre bedeutende Grösse und sind die letzteren selbst noch beim reifen Embryo (Fig. 279) verhältnissmässig grösser als später, doch sind sie allerdings in dieser Zeit nur noch ein schwacher Wiederschein von dem, was sie früher waren. Die Grösse endlich anlangend, so ist diejenige des ganzen Herzens im Verhältnisse zu den übrigen Theilen in späteren Zeiten viel geringer. Bei einem vier Wochen alten Embryo verhält sich das Herz meiner Schätzung zufolge zum Körper wie 1 : 12; im zweiten und dritten Monate berechnet Meckel das Verhältniss wie 1 : 50, und beim reifen Fötus wie 1 : 120.

Innere Veränderungen des Herzens.

Wir kommen nun zur Schilderung der wichtigen inneren Veränderungen des Herzens, welche alle, abgesehen von den mehr auf den Bau der Wandungen bezüglichen, im Wesentlichen darauf zielen, aus dem einfächerigen primitiven Herzen, das dem Typus des Fischherzens folgt, ein zweikammeriges Organ mit vollkommener Trennung der Blutströme des grossen und kleinen Kreislaufs zu bilden. Hierbei zerfällt sowohl der Venentheil des primitiven Herzens, als auch die ursprüngliche *Aorta* durch eine longitudinale mittlere Scheidewand in zwei Hälften, während der primitive Ventrikel durch eine Querwand in zwei Abtheilungen sich theilt, und wird es so allerdings schwer begreiflich, wie der Venentheil, der erst nur mit der linken Kammer in Verbindung steht, und der *Truncus arteriosus*, der anfänglich einzig und allein aus der rechten Kammer entspringt, in ihre späteren Verhältnisse gelangen. Zur besseren Orientirung gehen wir von dem in der Fig. 269 wiedergegebenen Herzen eines menschlichen Embryo aus, in dem der einkammerige Zustand noch fast ungetrübt besteht und die Scheidewandbildung kaum begonnen hat, und dann wird es auch zu verstehen sein, wenn wir sagen, dass vor der vollen Ausbildung der Scheidewände durch besondere Wachsthumsphänomene einmal an der hinteren Seite des Herzens die rechte Kammer nach und nach in den Bereich des Vorhofes gezogen wird und zweitens vorn dasselbe auch bei der linken Kammer in ihrer Beziehung zur *Aorta* oder dem *Truncus arteriosus* geschieht. Mündet einmal die Vorkammer in beide Kammern und stehen diese auch beide mit dem *Truncus arteriosus* in Verbindung, so ist es dann nicht schwer zu begreifen, wie durch die endliche Vollendung der

Septa im Innern die bekannten vier Höhlen und die bleibenden Verhältnisse der Arterien sich ausbilden.

Nach diesen Vorbemerkungen schildere ich nun der Reihe nach die Vorgänge bei der Scheidewandbildung in den zwei Abschnitten des Herzens und im *Truncus arteriosus*, zugleich mit den übrigen Veränderungen im Innern. Die beiden Herzkammern, anfänglich ebenso dünnwandig wie die venöse Abtheilung, werden bald — beim Menschen in der dritten bis vierten Woche — zu zwei Säcken mit ungemein dicker Wand und sehr enger Höhle, deren aus der Darmfaserplatte entstehenden Wände ganz und gar aus einem zierlichen Schwammgewebe sich entwickelnder Muskelbalken bestehen, deren Lücken überall von Aussackungen des Endothelrohres der Kammern ausgekleidet sind. Zugleich beginnt auch die Bildung des *Septum*, von dem die Fig. 269, 3 einen sehr frühen Zustand darstellt. Dasselbe erschien als eine in der Gegend des *Sulcus interventricularis* vom unteren und hinteren Theile der Kammern ausgehende niedrige halbmondförmige Falte, deren Concavität nach oben, d. h. gegen die Aorta und den Vorhof, und zugleich ein wenig nach links schaute. Mithin waren die Kammern an ihren Basaltheilen noch nicht geschieden, doch hatte sich das ursprüngliche Verhältniss auch hier schon geändert, indem nun auch die rechte Kammer in etwas mit dem Vorhofe in Verbindung stand. Immerhin gehörte das *Ostium venosum*, dessen Ränder stark in den Vorhof vortraten, vorzüglich der linken Kammer an.

Einmal angelegt, bildet sich die Scheidewand der Kammern rasch aus und ist dieselbe schon bei Embryonen der siebenten Woche vollständig, so dass nun die Kammern mit zwei getrennten Ostien in den Vorhof ausmünden. Die Gestalt dieser primitiven venösen Mündungen ist äusserst einfach und stellen dieselben ursprünglich nichts als einfache Spalten dar, deren Lage und Gestalt beim acht Wochen alten Embryo die Fig. 272 zeigt. Die beiden Lippen, welche jede Spalte begrenzen, sind die ersten Andeutungen der bleibenden venösen Klappen, und haben Untersuchungen derselben an Kaninchenembryonen ergeben, dass diese Anlagen anfänglich denselben Bau besitzen, wie die oben geschilderten primitiven Klappen. An diese Anlagen der bleibenden Klappen setzen sich anfangs weder Muskelfasern noch *Chordae tendineae* an, vielmehr stehen dieselben nur an ihrem festgewachsenen Rande mit der Muskelwand der Kammer und

Venöse Klappen.



Fig. 272.

Fig. 272. Herz eines acht Wochen alten Embryo nach Wegnahme der Vorkammer von oben, etwa 3mal vergr. *o* die beiden venösen Ostien; *ta* die beiden Arterien; *lr* der linke und rechte Ventrikel.

Vorkammer in Verbindung, zwischen welchen anfänglich keine Trennung besteht. Indem nun die Muskelwand der Kammer sich verdickt, spalten sich nach und nach an ihrer innern Oberfläche einzelne Muskelbalken ab, so dass sie einerseits mit der Klappenbasis, andrerseits mit tiefern, der Spitze näheren Theilen der Wand in Verbindung bleiben. Hierauf geht der gallertige, mit der Muskulatur nicht verbundene Theil der Klappe bis auf seine Randtheile ein, welche dann, stärker vortretend, die bleibende Klappe bilden und die mit ihnen verbundenen Muskelbalken mitnehmen, an denen dann noch aus besonderen, zwischen den Muskelfasern befindlichen Elementen, die Sehnenfäden sich entwickeln, von denen es nun begreiflich wird, dass sie oft Muskelfasern enthalten. Beim Menschen bilden sich die venösen Klappen erst im dritten Monate bestimmter aus, in welcher Beziehung auf die speciellen Darstellungen von Bernays (Die Entw. d. Atrioventricularklappen. Leipzig 1877) verwiesen wird, der auch eine Abbildung von einem $4\,^1/_2$monatlichen Embryo giebt (Fig. 3). Die Kammerwandungen bleiben auch im dritten und vierten Monate noch unverhältnissmässig dick, werden dann aber im Verhältnisse zu den Herzhöhlen in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft wieder dünner, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die rechte Kammer, obschon im Anfang dünnwandiger als die linke, doch bald dieselbe Stärke erreicht, wie diese und dieses Verhältniss dann auch während des ganzen Restes der Embryonalzeit beibehält. Von der feineren Structur der Herzmuskulatur bemerke ich nur Folgendes. Der zierliche cavernöse oder schwammige Bau, der im zweiten Monate dem Herzfleische in seiner ganzen Dicke zukommt, ist kein länger andauernder Zustand, vielmehr wird im dritten und vierten Monate allmälig, von aussen nach innen fortschreitend, die Herzwand compacter, bis am Ende der schwammige Bau auf die innersten Lagen allein beschränkt ist. Dass das Herzfleisch aus spindel- und sternförmigen Muskelzellen sich aufbaut, habe ich schon vor Jahren gezeigt (Handb. d. Gewebelehre, Erste Aufl. S. 607), und bilden dieselben einfach durch Aneinanderlagerung die späteren Muskelfasern des Herzens.

Feinerer Bau der Kammern.

Gleichzeitig mit der Ausbildung des *Septum ventriculorum* tritt auch die Theilung des primitiven Aortenstammes oder des *Truncus arteriosus* in *Arteria pulmonalis* und bleibende *Aorta* ein, welche, obgleich scheinbar nur die Fortsetzung des Vorganges, der bei der Trennung der Kammern statt hat, doch von demselben wohl zu unterscheiden ist. Während nämlich bei den Kammern die Herzmuskulatur selbst hervorwuchert und schliesslich zu einem vollständigen *Septum* sich umbildet, ist es bei der primitiven *Aorta* die mittlere Lage der Gefässwand, welche die Trennung bewirkt.

Theilung des *Truncus arteriosus*.

Diesem zufolge kann die Scheidung des *Truncus arteriosus* nicht so beschrieben werden, als ob sie durch ein Hereinwachsen des Kammerseptums geschehe, wie am deutlichsten auch daraus hervorgeht, dass bei gewissen Geschöpfen die *Aorta* zu einer Zeit sich theilt, in welcher die Kammer noch einfach ist. So bei der Natter nach Rathke (Entw. d. Natter S. 165), bei der zur Zeit, wo der *Truncus arteriosus* in drei Gefässe zerfällt, die Kammer noch keine Spur eines *Septum* besitzt. Ebenso ist auch, wie Rathke mit Recht bemerkt, die Ursache der Trennung der primitiven *Aorta* in zwei Kanäle nicht mit v. Baer in gewissen Besonderheiten der Circulation, in einer verschiedenen Richtung der Blutströme zu suchen, vielmehr liegt dieselbe einzig und allein in besonderen Wachsthumsphänomenen der Arterienwand. — Was nun die Einzelheiten beim Menschen anlangt, so habe ich in der vierten Woche den *Truncus arteriosus* noch vollkommen einfach mit rundem Lumen gefunden. Querschnitte desselben, mikroskopisch untersucht, zeigten schon deutlich drei Häute, eine dünne derbere *Adventitia*, eine mächtige helle *Media* und eine innere Zellenlage als *Intima*. In der fünften Woche war die Arterie ebenfalls noch einfach, doch war das Lumen jetzt schon in die Quere gezogen und spaltenförmig. In der siebenten und achten Woche fand ich das Gefäss schon vollkommen doppelt und gelang es mir hier nicht, Zwischenstadien aufzufinden und die allmälige Ausbildung der Theilung zu verfolgen. Glücklicher war ich bei Rindsembryonen von 15—18 mm Länge und fand ich hier erstens Aorten mit 8förmigem Lumen, oder mit anderen Worten, mit zwei schwachen Leisten im Innern, welche von Wucherungen der *Tunica media* herrührten, und zweitens solche, die innerhalb einer gemeinsamen *Adventitia* zwei *Lumina* enthielten, die zwar jedes seine besondere *Intima*, aber zusammenhängende *Tunicae mediae* besassen. Diesem zufolge kann nicht wohl bezweifelt werden, dass die Theilung des *Truncus arteriosus* wesentlich durch eine Wucherung seiner mittleren Haut zu Stande kommt, welcher erst später auch die *Adventitia* folgt, was jedoch beim Menschen sehr früh geschieht, indem schon in der achten Woche beide grossen Arterien alle ihre Häute für sich besitzen.

Semilunarklappen.

Gleichzeitig mit der Theilung bilden sich auch die **Semilunarklappen**, die ich an beiden Arterien schon beim sieben Wochen alten Embryo sah. Dieselben sind bei Säugethierembryonen anfänglich nichts als horizontal vortretende dicke, halbkugelförmige Wülste eines Gallertgewebes und des Endothels, welche unmittelbar mit dem Endocard der Kammern verbunden sind, durch welche das Lumen an dieser Stelle die Gestalt eines einfachen dreizackigen Sternes mit einem langen und zwei kurzen Schenkeln erhält, indem die eine Klappe anfänglich viel kleiner

ist als die andere. Zu welcher Zeit die Klappen zuerst als Taschen sichtbar werden, habe ich beim Menschen nicht untersucht. Bei Kaninchenembryonen geschieht dies am 16. Tage und fand ich die *Semilunares aorticae* um diese Zeit 0,14 mm hoch und 0,085 mm dick.

Die obenerwähnte quergestreifte Muskulatur der primitiven *Aorta* vergeht beim Kaninchen vom 12. Tage an von der Theilungsstelle der *Aorta* zu gegen das Herz, doch bleibt in der Höhe der primitiven Aortenklappen noch bis zum 14. Tage Muskulatur bestehen, welche erst mit der Theilung der primitiven *Aorta* zu schwinden scheint.

Bildung des *Septum atriorum*.

Später als die Kammern und der *Tr. arteriosus* die beschriebenen Trennungsvorgänge zeigen, erleidet auch der Venentheil des Herzens ähnliche Veränderungen. Nach meinen Erfahrungen nämlich beginnt die Bildung des *Septum atriorum* erst nach der Vollendung des *Septum ventriculorum* in der achten Woche in Gestalt einer niedrigen halbmondförmigen Falte, die von der Mitte der vorderen Wand der Vorkammer und vom oberen Rande des *Septum ventriculorum* ausgeht. In dieselbe Zeit und vielleicht schon etwas früher fällt auch die Entwicklung zweier anderer Falten an der hinteren Wand des Vorhofes, der *Valvula Eustachii* und der *Valvula foraminis ovalis* rechts und links an der Mündung der unteren Hohlvene, welche Bildungen alle im dritten Monate viel deutlicher werden und dann schon eine bessere Scheidung der Vorhöfe bedingen, die jedoch, wie bekannt, während der ganzen Fötalperiode unvollkommen bleibt, indem dieselben durch das grosse *Foramen ovale* verbunden sind. Dieses Loch ist nicht als eine einfache, von rechts nach links durchgehende Oeffnung in der Scheidewand zu betrachten, sondern mehr als ein die *Cava inferior*, die beim Embryo auch zum Theil in den linken Vorhof mündet, fortsetzender schiefer Kanal, dessen Begrenzungen die um diese Zeit sehr grosse Eustachi'sche Klappe und die Klappe des eiförmigen Loches sind, die man auch als Fortsetzungen der Wand der Vene auffassen kann. Nach der Geburt verschmilzt in der Regel die *Valvula foraminis ovalis* mit dem nach rechts von ihr gelegenen *Septum* und stellen dann beide miteinander das bleibende *Septum atriorum* dar, doch erhält sich bekanntlich der Verbindungskanal in vielen Fällen zeitlebens offen. — Die Wandungen der Vorhöfe sind beim Embryo lange Zeit ungemein dünn, verstärken sich dann an den Herzohren, an denen zuerst *Trabeculae* sichtbar werden, und später auch an den übrigen Theilen.

Valvula Eustachii. Valvula foraminis ovalis.

Lage des embryonalen Herzens.

Zum Schlusse nun noch einige Bemerkungen über die Lage des Herzens. Unmittelbar nach seiner Entstehung liegt das Herz entschieden im Bereiche des Kopfes, wie aus vielen früheren Figuren (s. Figg. 38—40, 77, 79, 80, 107) entnommen werden kann, wo dasselbe

vor dem ersten Urwirbel, dem Vorläufer des ersten Halswirbels, in der Höhe der zweiten und dritten Hirnblase seine Stellung hat. Mit der grösseren Entwicklung des Kopfes und Halses rückt nun aber das Herz scheinbar immer weiter zurück, so dass es nach und nach in die Halsgegend zu liegen kommt (Figg. 175, 179, 180). Hier treffen wir auch noch theilweise das Herz des vier Wochen alten menschlichen Embryo (s. Figg. 83, 85, 86, 116), allein bald nimmt dasselbe mit der grösseren Ausbildung der Halsgegend seine Stellung ganz und gar in der Brusthöhle ein, in der es während des ganzen zweiten Monats die volle Breite und Tiefe derselben erfüllt und mit seiner Längsaxe gerade steht (Fig. 259. Erst von der achten Woche an beginnen die Lungen, die bisher weiter gegen das Becken zu und an der Dorsalseite der Leber lagen, neben demselben sich zu erheben, um bald ihre typische Stellung einzunehmen. und während dies geschieht, stellt sich auch das Herz mit der Spitze mehr nach links (Fig. 260), von welcher Zeit an dasselbe keine erheblichen Lageveränderungen mehr erfährt.

Hüllen des Herzens.

Eigenthümlich wie die Lage ist auch die Beschaffenheit der das Herz umgebenden Theile. So lange das Herz seine primitive Stellung am Kopfe und Halse einnimmt, ist es in einer Spaltungslücke des mittleren Keimblattes enthalten, deren Begrenzungen in früheren §§ genau geschildert wurden. Diese Lücke hat zuerst die in den Figg. 39 u. 107 dargestellte Form, nimmt aber später die an, die die Fig. 105 darstellt, und finden wir in diesem Stadium das Herz vor dem Anfangsdarme gelegen und an der Bauchseite nur von einer dünnen Haut bedeckt, welche die *Membrana reuniens inferior* von Rathke oder die primitive Hals- und Brustwand ist. Um diese Zeit geschieht es auch, dass das grosse Herz diese dünne Haut bruchsackartig vortreibt und scheinbar wie ausserhalb des Leibes seine Lage hat (s. Fig. 35). Dieser Zustand dauert so lange bis die Produkte der Urwirbel, Muskeln, Nerven und Knochen, in die primitive untere Leibeswand hineinwachsen und die bleibende Brustwand bilden, mit welchem Vorgange dann erst das relativ auch kleiner gewordene Herz seine Stelle im *Thorax* einnimmt, was beim Menschen in der zweiten Hälfte des zweiten Monats geschieht.

Herzbeutel.

Ueber die Entwicklung des Herzbeutels ist bis jetzt nichts Sicheres bekannt, doch möchte soviel unzweifelhaft sein, dass derselbe nach Analogie des *Peritoneum* und der *Pleura* aus der Darmfaserplatte des Herzens *in loco* sich bildet und nichts als die äusserste Schicht der Herzanlage und die innerste Lamelle der primitiven, das Herz einschliessenden Höhle ist. Zu welcher Zeit derselbe beim Menschen zuerst sichtbar wird, ist nicht bekannt und kann ich nur soviel sagen, dass derselbe im zweiten Monat schon deutlich ist (s. Fig. 119).

§ 47.

Entwicklung der Gefässe.

Entwicklung der Arterien. Aortenbogen.

Zur Entwicklung der Gefässe übergehend, beginnen wir zunächst mit den Arterien, unter denen die grossen Stämme in der Nähe des Herzens vor Allem Beachtung verdienen. Die erste Form derselben, die gleich nach der Entstehung des Herzens und während der Dauer des Kreislaufes im Fruchthofe getroffen wird, ist die (Fig. 273, 1), dass das Herz vorn einen *Truncus arteriosus* (*ta*) entsendet, der nach kurzem Verlaufe in zwei *Arcus aortae* sich spaltet, die in der Wand der Kopf-

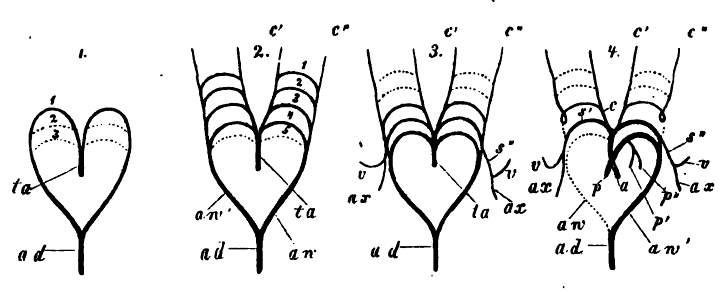


Fig. 273.

darmhöhle bogenförmig nach der Gegend der späteren Schädelbasis und dann längs dieser convergirend nach hinten laufen, um anfänglich getrennt von einander als doppelte *Aortae descendentes* zu enden und später untereinander zur unpaaren *Aorta* zu verschmelzen (siehe unten). Sowie die Kiemen- oder Schlundbogen hervortreten, zeigt sich, dass der Anfang der Aortenbogen in den ersten Kiemenbogen liegt (Fig. 31), sowie dass auch für die folgenden Kiemenbogen neue Aortenbogen hervortreten. Diese entstehen in der Richtung der punktirten

Fig. 273. Schema zur Darstellung der Entwicklung der grossen Arterien mit Zugrundelegung der von RATHKE gegebenen Figuren. I. *Truncus arteriosus* mit ein Paar Aortenbogen und Andeutung der Stellen, wo das zweite und dritte Paar sich bildet. II. *Truncus arteriosus* mit vier Paar Aortenbogen und Andeutung der Stelle des fünften. III. *Truncus arteriosus* mit den drei hinteren Paaren von Aortenbogen, aus denen die bleibenden Gefässe sich entwickeln, und Darstellung der obliterirten zwei vorderen Bogen. IV. Bleibende Arterien in primitiver Form und Darstellung der obliterirenden Theile der Aortenbogen. *ta Truncus arteriosus*, 1—5 erster bis fünfter Aortenbogen; *a* Aorta; *p* Pulmonalisstamm; *p' p''* Aeste zur Lunge; *aw'* bleibende Wurzel der *Aorta thoracica ad*; *aw* obliterirende Wurzel derselben; *s' s'' Subclaviae*; *v Vertebralis*; *ax Axillaris*; *c Carotis communis*; *c' Carotis externa*; *c'' Carotis interna*.

Linien der Fig. 273, 1, mithin hinter dem ersten Bogen oder, wenn man lieber will, als Queranastomosen seiner beiden Schenkel und hat man beim Hühnchen leicht Gelegenheit, drei solche Bogenpaare zu sehen, wie sie die Fig. 266 nach BISCHOFF vom Hunde wenigstens in den Anfängen wiedergiebt. Es beschränkt sich jedoch die Zahl der Bogen nicht auf drei, vielmehr treten nach den übereinstimmenden Angaben von v. BAER und RATHKE auch bei Säugethieren, ebenso wie bei den Vögeln, der Reihe nach fünf Aortenbogen auf, in der Art jedoch, dass während die hintersten Bogen entstehen, die vorderen schwinden und niemals fünf, ja selbst vier nur sehr selten zu gleicher Zeit vorhanden sind, wie dies in der Fig. 273, 2 dargestellt sich findet, in der auch die Stelle des fünften Bogens durch eine punktirte Linie angegeben ist. Der vierte und fünfte Bogen entstehen als Queranastomosen zwischen dem *Truncus arteriosus* selbst und dem hinteren Theile des ursprünglichen ersten Aortenbogens und liegen der vierte im vierten Kiemenbogen und der fünfte hinter der vierten Kiemenspalte. Es entsprechen sich mithin die Kiemenbogen und Aortenbogen ganz, mit einziger Ausnahme dessen, dass bei den höheren Wirbelthieren kein fünfter Kiemenbogen sich entwickelt, und ist klar, dass die Aortenbogen eine Wiederholung des ersten Entwicklungszustandes der Kiemengefässe der Fische und Batrachier sind. Da jedoch bei den höheren Thieren keine Kiemen sich ausbilden, so vergeht ein Theil der Aortenbogen wieder und findet auch der Abschnitt derselben, der sich erhält, eine ganz eigenthümliche Verwendung.

Umwandlungen der Aortenbogen.

Die Umwandlung der Aortenbogen in die bleibenden Gefässe schildere ich nach RATHKE's sorgfältigen Untersuchungen und versinnliche dieselben durch zwei Schemata Fig. 273, 3 und 4, die mit einer geringen Modification nach einem von RATHKE gegebenen Schema construirt sind. Die bleibenden grossen Arterien gehen im Wesentlichen aus den drei letzten Aortenbogen hervor, doch erhält sich auch ein Theil des ersten und zweiten Bogens in der *Carotis interna c''* und *Carotis externa c'*. Von den drei letzten Bogen wird der vorderste (der dritte der ganzen Reihe) zum Anfange der *Carotis interna*, während die *Carotis communis c* aus dem Anfange des ursprünglichen ersten *Arcus aortae* sich entwickelt. Der zweite bleibende Aortenbogen (der vierte der ganzen Reihe) setzt sich auf beiden Seiten, nach der Trennung des *Truncus arteriosus* in *Aorta* und *Art. pulmonalis*, mit der *Aorta* in Verbindung und wird links zum eigentlichen bleibenden *Arcus aortae*, rechts zum *Truncus anonymus* und zum Anfange der *Subclavia dextra s'*. Die Verbindung zwischen dem ersten und zweiten bleibenden Bogen (dem dritten und vierten ursprünglichen Bogen) vergeht. Der dritte bleibende Bogen (der fünfte der ursprünglichen Reihe) vergeht rechts vollständig, links tritt derselbe mit

der *Pulmonalis* in Zusammenhang und bleibt auch während des ganzen Fötallebens mit dem bleibenden *Arcus aortae* in Verbindung, so dass das Blut der rechten Kammer in die *Aorta descendens* sich entleert. Aus diesem Bogen entwickeln sich auch die beiden Lungenäste selbst *p′ p″*, die anfänglich ein kurzes gemeinschaftliches Stämmchen haben, später aber direct aus dem Bogen selbst entspringen. Die Verbindung zwischen dem zweiten und dritten Bogen links erhält sich als Fortsetzung der *Subclavia* in die *Axillaris ax* und giebt die *Vertebralis v* ab, dagegen vergeht die Fortsetzung des dritten Bogens zur ursprünglichen unpaaren *Aorta* (*a w*), so dass später die *Aorta descendens* nur mit den Gefässen der linken Seite in Verbindung steht. Die *Subclavia* der linken Seite *s″* endlich entsteht aus dem Ende des zweiten bleibenden Aortenbogens der linken Seite.

Sind einmal in der angegebenen Weise aus den ursprünglichen Aortenbogen die bleibenden Gefässe entstanden, so erreichen dieselben dann nach und nach durch besondere Wachsthumserscheinungen ihre bleibenden Verhältnisse, was wohl nicht im Einzelnen zu schildern sein wird, da die Gefässe der Fig. 273, 4 doch nicht so sehr von denen der späteren Zeiten abweichen, dass nicht die Umwandlungen derselben leicht begreiflich wären. Beim älteren und reifen Embryo haben dann die meisten grossen Arterien ihre bleibenden Verhältnisse angenommen und findet sich nur noch das Bemerkenswerthe, dass die Lungenarterie immer noch ausser den Lungenästen einen starken Verbindungszweig, den *Ductus arteriosus Botalli*, zur *Aorta* abgiebt (Fig. 279), der als Fortsetzung der *Pulmonalis* erscheint und erst nach der Geburt obliterirt.

Entwicklung der peripheren Arterien.

Von den übrigen Arterien sind im Ganzen nur wenige auf ihre Entwicklung untersucht, doch bieten dieselben auch nicht das Interesse dar, wie die grossen Stämme am Herzen, und begnüge ich mich daher mit Folgendem. *Aorta thoracica* und *abdominalis* sind anfangs doppelt, indem die ersten Aortenbogen sich nicht vereinen, sondern als sogenannte »primitive Aorten« vor der Wirbelsäule einander parallel bis zum hinteren Leibesende fortgehen. Erst am dritten Tage verschmelzen beim Hühnchen diese primitiven Aorten in ihrem vordersten an der Wirbelsäule gelegenen Theile und von diesem Punkte rückt dann die Verschmelzung langsam nach hinten fort.

Primitive Aorten.

Beim Kaninchen beginnt die Verschmelzung dieser Gefässe, die bisher *Art. vertebrales posteriores* hiessen, bei Embryonen von 9 Tagen in der Gegend der Lungenanlagen und schreitet von da nach hinten fort, so dass am 16. Tage die unpaare *Aorta* gebildet ist (s. d. Figg. 258 u. 262).

Diese Verhältnisse machen es dann auch begreiflich, dass die *Arteriae omphalo-mesentericae* erst Aeste der primitiven Aorten und später

der unpaaren Bauchaorta sind. Für die Annahme einer Entstehung der ganzen *Aorta descendens* durch Verschmelzung zweier Stämme beim Menschen sprechen die freilich seltenen Fälle von Aorten, die in ihrer ganzen Länge durch eine Scheidewand getheilt sind.

Arterien des Dottersacks.

Ausserdem verdienen nun noch die Gefässe des Dottersackes und der *Allantois* Erwähnung. Von den ersteren habe ich schon früher angegeben, dass die anfänglich zahlreichen *Art. omphalo-mesentericae* später bis auf zwei vergehen (Fig. 274 *m*), von denen schliesslich auch nur die rechte sich erhält (Figg. 119 *a*, 259 *a'*). Von dieser entspringt dann als ein anfänglich kleines Aestchen die *Arteria mesenterica*, welche dann aber zuletzt, da die Arterie des Dottersackes nicht wächst, als die eigentliche Fortsetzung des Stammes erscheint, der hiermit zur *Mesenterica superior* wird. — Die Arterien der *Allantois* sind ursprünglich einfach die Enden der primitiven Aorten (Fig. 274). Sind diese verschmolzen und die *Aorta abdominalis* aus ihnen entstanden, so erscheinen die Arterien der *Allantois*, die jetzt zur *Placenta* gehen, oder die *Arteriae umbilicales*, einfach als die Theilungsäste der Aorta, in derselben Weise wie beim Erwachsenen die *Iliacae communes*, und diese geben dann schwache Aestchen zu den hervorsprossenden unteren Extremitäten und den Beckeneingeweiden ab. Mit der Zeit werden nun freilich diese Repräsentanten der *Arteria iliaca externa* und *interna* stärker, da aber auch die *Arteriae umbilicales* während der ganzen Fötalperiode fortwachsen, so erscheinen diese Arterien auch beim reifen Embryo immer noch als die eigentlichen Endäste der *Aorta*, ein Verhältniss, das erst nach der Geburt mit der Obliteration der Nabelarterien und ihrer Umwandlung in die *Ligamenta vesicae lateralia* sich ändert.

Arteriae umbilicales.

Wenn ich vorhin die *Arteriae umbilicales* als die Endäste der embryonalen *Aorta* bezeichnete, so ist dies noch etwas näher zu erörtern. Zur Zeit, wo die *Allantois* hervorsprosst, sind die Arterien derselben in der That die letzten Aeste der noch unverschmolzenen primitiven Aorten. Später jedoch, wenn die Verschmelzung eingetreten ist, setzt sich die unpaare Aorta eigentlich noch jenseits der Umbilicalarterien mit einem kleinen Stämmchen, das *Aorta caudalis* heissen kann und Vorläufer der *Sacra media* ist, fort und sind die *Arteriae umbilicales* nur Seitenäste der mittleren unpaaren Arterie. Da jedoch die Nabelarterie sehr stark und die Verlängerung der *Aorta* in den Schwanz nur schwach ist, so erscheinen die ersteren auch unter diesen Verhältnissen als die eigentlichen Enden der *Aorta*, und habe ich dieselben aus diesem Grunde vorhin als solche bezeichnet.

Venensystem.

Zur Entwicklung des Venensystems übergehend, betreten wir unstreitig das schwierigste Gebiet in der ganzen Lehre vom Gefässsysteme.

Allgemeine Uebersicht der Entwicklung der Venen.

Venae omphalo-mesentericae.

Die ersten Venen, die bei der Entwicklung auftreten, sind, wie schon bekannt, die zwei *Venae omphalo-mesentericae*, die nicht dem Leibe des Embryo selbst, sondern dem Fruchthofe angehören und durch ein kurzes Stämmchen in das Venenende des Herzens einmünden (s. Figg. 25, 88 und § 9). Mit der Ausbreitung der Gefässe des Fruchthofes über die ganze Keimblase und der Bildung des Dottersackes wandeln sich diese Gefässe in die des Dottersackes um, von dem anfänglich noch zwei Venen zum Herzen gelangen, die dann aber später, wenn der Darm vom Dottersacke sich abschnürt, auf eine einzige, scheinbar der linken Seite angehörige sich zurückbilden, die immer noch den Namen *Vena omphalo-mesenterica* trägt und später auch eine kleine *Vena mesenterica* vom Darme her aufnimmt. Noch bevor dies geschehen ist, treten aber auch schon zwei neue Venengebiete auf, das der *Allantois* und die Körpervenen des Embryo selbst. Die Venen der *Allantois* sind anfänglich zwei *Venae umbilicales*, die in der Wand der noch weit offenen Bauchhöhle nach vorn verlaufen (Fig. 96 *u*) und dann, in ein Stämmchen vereint, von vorn her in den Stamm der beiden *Venae omphalo-mesentericae* sich einsenken. Noch bevor die Leber hervorsprosst, werden die Umbilicalvenen mächtiger und eignen den Stamm der *Omphalo-mesentericae* sich an, mit anderen Worten, es erscheint derselbe jetzt als Fortsetzung der Nabelvenen, und die einzig übrig bleibende *Vena omphalo-mesenterica* tritt nun in das Verhältniss eines Aestchens des Nabelvenenstammes. Mit dem Hervorwachsen der Leber wird der Stamm der Nabelvenen (früher Stamm der *Omphalo-mesenterica*) von derselben umfasst und entwickeln sich nun zweierlei Systeme von Venenverästelungen in die Leber hinein. Die einen derselben, die zuführenden Leberäste (*Venae hepaticae advehentes*) der Nabelvenen, bilden sich von der Einmündungsstelle der *Vena omphalo-mesenterica* in die Leber hinein und führen derselben Blut zu, die anderen dagegen entwickeln sich weiter oben von der Leber in das Ende des Stammes der Nabelvenen und stellen die *Venae hepaticae revehentes* dar. Ist dies geschehen, so verschwindet die rechte Nabelvene, die schon früher eine geringe Entwicklung dargeboten hatte, ganz, so dass nun das Blut der *Placenta* nur durch eine linke Umbilicalvene, die aber nach und nach in die Mittellinie rückt, in die Leber und zum Herzen geführt wird. Um dieselbe Zeit wird auch die *Omphalo-mesenterica* nach und nach zu einem Aste der rechten *Vena hepatica advehens* der Nabelvene, obschon sie anfangs genau an der Ursprungsstelle der Venen der beiden Seiten, jedoch mehr rechts mit derselben zusammenmündete. Später wird der Theil dieser Vene, der vom Dottersacke kommt, relativ immer kleiner, wogegen die Darmvenen an Mächtigkeit gewinnen, und sobald dieses Verhalten be-

stimmter ausgebildet ist, muss dann das Ende der Vene, die jetzt noch *Omphalo-mesenterica* heisst, als *Vena portae* bezeichnet werden, die somit ebenfalls in die rechte *Vena hepatica advehens* der Umbilicalvene einmündet. Der Theil der *Vena umbilicalis*, der zwischen den beiderlei Leberästen derselben sich befindet, bleibt während der ganzen Embryonalzeit bestehen und ist der *Ductus venosus Arantii*.

Gleichzeitig mit dem Auftreten der Gefässe der Allantois oder vielleicht schon etwas früher treten auch die ersten Gefässe im Leibe des Embryo selbst auf. Die Venen sammeln sich auf jeder Seite in einen vom Kopfe herkommenden Stamm, die *Vena jugularis* (Fig. 54 *vj*), und einen vom hinteren Leibesende abstammenden, die *Vena cardinalis*, die in der Herzgegend zu einem queren Stamme, dem *Ductus Cuvieri*, sich verbinden, welche beide mit dem Ende des Stammes der *Omphalo-mesenterica*, später der *Vena umbilicalis* sich vereinigen (s. die Fig. 54, wo die *Vena cardinalis*, der *Ductus Cuvieri* und die *Vena omphalo-mesenterica* ohne Bezeichnung dargestellt sind). Hat dieses paarige Körpervenensystem eine gewisse Zeit bestanden, so entwickelt sich, rechts von der Aorta, aus zwei mit den *Venae cardinales* verbundenen Wurzeln ein unpaarer Stamm, die *Cava inferior*, die über den *Venae hepaticae revehentes* mit dem Stamme der Umbilicalvene zusammenmündet. Um diese Zeit senken sich somit alle Venen des Embryo gemeinschaftlich in einen kurzen Venensinus dicht am Herzen ein, später wird jedoch dieser Behälter in den Bereich des Vorhofes gezogen, so dass dann die *Ductus Cuvieri*, die nun obere Hohlvenen heissen, für sich und der durch Vereinigung der *Cava inferior* und *Vena umbilicalis* gebildete kurze Stamm ebenfalls als *Cava inferior* gesondert in den Vorhof übergehen. Noch später vereint sich dann auch das System der linken *Cava superior* grösstentheils mit der rechten oberen Hohlvene, wobei die Cardinalvenen zur *Azygos* und *Hemiazygos* werden, und erhält sich von ihr nichts als das Herzende als *Vena coronaria cordis magna*. — Hiermit sind in groben Umrissen die Hauptentwicklungsvorgänge des Venensystems gezeichnet und werden sich nun die Einzelnheiten leichter auffassen lassen.

Venae jugulares und cardinales. *Ductus Cuvieri.* *Cava inferior.*

Venae omphalo-mesentericae. Nabelgekrös- oder Dottersackvenen.

Was die ersten *Venae omphalo-mesentericae* betrifft, so finden sich die frühesten Zustände derselben von Säugethierembryonen nach Bischoff in den Figg. 81 und 88. Beim Menschen kennt man dieselben aus diesem Stadium noch nicht und ist die früheste Beobachtung die von Coste an dem in der Fig. 113 dargestellten 15—18 Tage alten Embryo, an dem die genannten Venen (*n*) die vorderen Seiten des Dottersackes einnehmen und an der Bauchfläche des Endes des Vorderdarmes in das Herz sich einsenken, woselbst sie mit dem Stamme der *Venae umbilicales* zusammenmünden, in der Weise, wie dies das Schema Fig. 275, 1. er-

giebt. Zwischen diesem Stadium und dem nächstfolgenden, das die Figg. 119 und 259 und das Schema Fig. 275, 2. darstellen, ist eine Lücke, die bis jetzt noch von Niemand ausgefüllt ist. Beim vier Wochen alten Embryo nämlich und noch später läuft die allein noch erhaltene linke Vene des Dottersackes an der linken Seite der einfachen Darmschleife und tritt dann hinter dem Pförtner und der *Pars horizontalis superior duodeni* an die rechte Seite des Magens, um schliesslich nach vorn in den Stamm der *Venae umbilicales* an der Leber einzumünden. Dass dieses Gefäss, das hinter dem Darme durchgeht, nicht einfach die linke *Vena omphalo-mesenterica* sein kann, wie allgemein angenommen wird, ist klar, da dieselbe ja ursprünglich vor dem Darme ihre Lage hat; es ist jedoch leider für einmal nicht möglich genau zu sagen, wie dasselbe entsteht. Immerhin scheint mir ein von COSTE gegebener Fingerzeig (Hist. du dével. Erklärung der Pl. IV a) den einzig richtigen Weg anzubahnen. Nach COSTE nämlich ist das Ende der eben geschilderten sogenannten linken *Vena omphalo-mesenterica* der Stamm der Nabelgekrösvene der rechten Seite. Ist dem so, und meiner Meinung nach kann dies nicht wohl bezweifelt werden, so begreift sich dann die Lage dieses Stammes an der rechten Seite des Magens und hinteren Seite des *Pylorus*, letzteres im Zusammenhange mit der Drehung des Magens, leicht, dagegen wird allerdings noch weiter anzunehmen sein, dass das Ende des Stammes der linken *Omphalo-mesenterica* (Fig. 275, 2, *o m''*) vergeht und der Rest derselben mit dem rechten Stamme sich in Verbindung setzt, welche ihrerseits am Dottersacke schwindet, was das Schema Fig. 275, 2 deutlich machen wird.

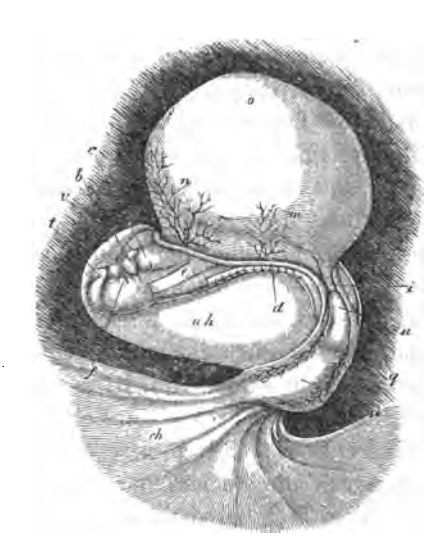


Fig. 274.

Fig. 274. Menschlicher Embryo mit Dottersack, Amnion und Nabelstrang von 15—18 Tagen, nach COSTE, vergr. dargestellt. *b* Aorta; *c* Herz; *d* Rand der weiten Bauchöffnung; *e* Oesophagus; *f* Kiemenbogen; *i* Hinterdarm; *m Art. omphalo-mesenterica; n Vena omphalo-mesenterica; o* Dottersack, dessen Gefässe nicht ausgezeichnet sind; *u* Stiel der Allantois (*Urachus*); *a* Allantois mit deutlichen Gefässen, als kurzer Nabelstrang, zum Chorion *ch* gehend; *v* Amnion; *ah* Amnionhöhle.

Ueber die Beziehungen der *Vena omphalo-mesenterica* zur Leber und zur *Vena umbilicalis* und ihren Leberästen hat der vortreffliche RATHKE eine Schilderung gegeben, von der ich leider, wie BISCHOFF (Entw. S. 268), bekennen muss, dass sie mir nicht verständlich ist, und die auf keinen Fall für den Menschen passt. Aus diesem letzteren Grunde sehe ich mich auch nicht veranlasst, auf RATHKE's Darstellungen der Verhältnisse bei den Thieren einzugehen, und schildere ich nur die Zustände des Menschen. Hier entwickeln sich die Umbilicalvenen sicherlich vor der Bildung der Leber, wie der Embryo der Fig. 113 beweist, und erscheint daher, im Zusammenhange mit dem raschen Wachsthume dieser Venen, der ursprüngliche Stamm der beiden *Venae omphalo-mesentericae*, sobald die Leber auftritt, nicht mehr als die Fortsetzung der noch erhaltenen linken *Vena omphalo-mesenterica*, sondern als die der Nabelvenen, mit anderen Worten, es hat sich, wie die Fig. 275, 2 lehrt, das Verhältniss der beiden grossen Venen zu einander in der Art geändert, dass während früher die *Vena omphalo-mesenterica* Hauptgefäss war und der Umbilicalvenenstamm in sie einmündete, nun umgekehrt die *Vena omphalo-mesenterica* zu einem Aste der Nabelvene geworden ist. In der That fand ich auch bei einem vier Wochen alten Embryo, ähnlich wie dies COSTE in seiner Tab. III, a von einer gleich alten Frucht zeichnet, bei einer noch sehr kleinen Leber eine starke Nabelvene, die eine viel kleinere *Vena omphalo-mesenterica* als Ast aufnahm, und ebenso verhalten sich die Sachen nach COSTE's Abbildungen auch beim Schaafe (l. c. Tab. IV), bei dem die kaum zu einer Masse verwachsene Leberanlage eine mächtige Umbilicalvene enthält, gegen die die Dottersackvenen ganz zurücktreten. Gestützt auf diese Thatsachen glaube ich auch nicht zu irren, wenn ich annehme, dass das grosse Gefäss, das BISCHOFF bei einem Hundeembryo von 25 Tagen in der noch kleinen Leber als *Vena omphalo-mesenterica* bezeichnet, schon die Nabelvene ist. Bei so bewandten Umständen kann man beim Menschen nicht von Leberästen der *Omphalo-mesenterica*, sondern nur von solchen der *Vena umbilicalis* reden. Diese entwickeln sich nun allerdings zum Theil und vor Allem von dem Punkte aus, wo die *Vena omphalo-mesenterica* einmündet (Fig. 275, 2), und bildet insonderheit der rechte Ast der *Vena hepatica advehens* der *Umbilicalis* so sich aus, dass bald die *Omphalo-mesenterica* nicht mehr in den Stamm, sondern in diesen Ast sich einsenkt. So wird dann nach und nach ein Verhältniss herbeigeführt, das während der Fötalzeit Geltung hat und das die Schemata Fig. 275, 3 und 4 versinnlichen. Dieselben sollen ausserdem auch noch zeigen, wie aus der *Vena omphalo-mesenterica* der Stamm und die Wurzel der Pfortader sich gestalten. Schon in früherer Zeit nimmt diese Vene Wurzeln

aus dem Darme auf, die wir als *Vena mesenterica* bezeichnen wollen (Fig. 275, 3). Während nun die eigentliche Vene des Dottersackes in späteren Zeiten nicht mehr wächst und schliesslich vergeht, entwickelt sich die *Vena mesenterica* immer mehr und gesellen sich auch die anderen Wurzeln der Pfortader dazu und wird so natürlich die *Omphalomesenterica* an der Leber Stamm der Pfortader (Fig. 275, 4), der aber während der ganzen Fötalperiode trotz seiner beständigen Zunahme doch keine überwiegende Bedeutung erlangt, indem eben die Nabelvene, die von Anfang an die mächtigere ist, in ihren Leberästen auch immer mehr an Stärke gewinnt. Erst nach der Geburt, wenn die Nabelvene obliterirt, wird die Pfortader die einzige zuführende Vene der Leber, und eignet sich dann die früheren Aeste der *Umbilicalis* an, so dass der Anfang des rechten Leberastes der Umbilicalvene nun zum Anfange des linken Astes der Pfortader sich gestaltet.

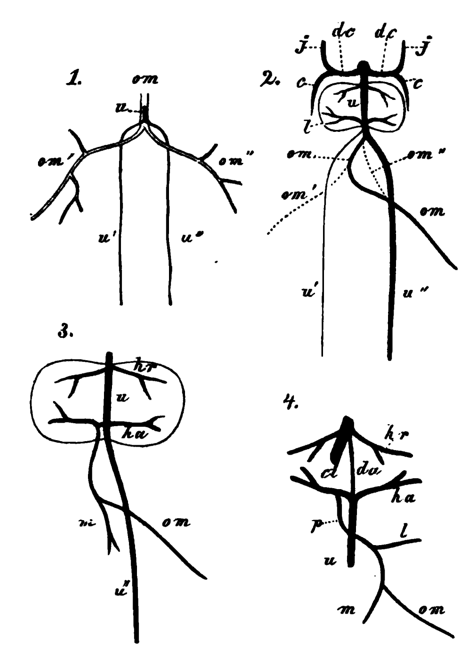


Fig. 275.

Vena umbilicalis.

Mit der eben gegebenen Schilderung ist nun auch schon Vieles besprochen, was zur Geschichte der *Vena umbilicalis* gehört und habe ich nur noch Folgendes zur Ergänzung nachzutragen. Dass die Nabelvene ursprünglich paarig vorhanden ist, wie die Arterien der Allantois, hat

Fig. 275. Schemata zur Darstellung der Entwicklung der *Venae omphalo-mesentericae* und *umbilicales*. 1. Aus der Zeit des ersten Auftretens der *Umbilicales* und der Blüthe der *Omphalo-mesentericae*. 2. Aus der Zeit des Auftretens der ersten Leberäste und der Verkleinerung der *Omphalo-mesenterica*. 3. u. 4. Aus der Periode des vollkommen eingeleiteten Placentarkreislaufes. *om* in 1. Stamm der *Omphalo-mesenterica*, in 2. 3. bleibende *Omphalo-mesenterica*, in 4. Vene des Dottersackes allein. *om'*, *om''* rechte und linke *Vena omphalo-mesenterica*; *u* Stamm der Umbilicalvenen; *u'*, *u''* rechte und linke *Vena umbilicalis*; *dc Ductus Cuvieri*; *j Jugularis*; *c Cardinalis*; *l* Leber; *ha Hepaticae advehentes*; *hr Hepaticae revehentes*; *m Mesenterica*; *da Ductus venosus Arantii*; *ci Cava inferior*; *p Vena portae*; *l Lienalis*; *m Mesenterica superior*.

für die Säugethiere RATHKE schon vor langer Zeit angegeben und später BISCHOFF und COSTE dies bestätigt. Beim Menschen dagegen hat wohl COSTE zuerst dieses Verhalten aufgedeckt (l. c. Tab. III, a, in diesem Werke Fig. 259 *uu*). Wie die Allantois im Zusammenhange mit der vorderen Leibeswand sich entwickelt, so sind auch die Nabelvenen ursprünglich nicht blos Venen der Allantois, sondern auch der vorderen Bauchwand und nehmen ursprünglich, wie ebenfalls RATHKE zuerst mitgetheilt, eine grosse Menge kleiner Venen der besagten Wand auf (Fig. 84). Diese Zweigelchen, die nach COSTE auch beim Menschen vorkommen, schwinden später — doch können selbst beim Erwachsenen noch einzelne Reste derselben vorkommen — und ebenso vergeht auch die Eine und zwar die rechte Nabelvene ganz, während die andere nach und nach in die Mittellinie rückt. — In der Leber treibt der gemeinschaftliche Stamm der Nabelvenen (der frühere Stamm der *Omphalo-mesentericae*) bald die zwei schon besprochenen Systeme von zu- und abführenden Venen und spielt dann die Rolle der späteren Pfortader, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Nabelvene niemals alles ihr Blut durch die Leber sendet, sondern immer einen Theil desselben durch ihren Stamm direct dem Herzen, mit anderen Worten, der *Cava inferior* übermittelt. Es ist jedoch zu bemerken, dass dieser Stamm später mit der Entwicklung der Leberäste nicht vollkommen gleichen Schritt hält (Fig. 276), so dass während der grössten Zeit des Embryonallebens doch das meiste Blut der Nabelvene erst auf dem Umwege durch die Leber

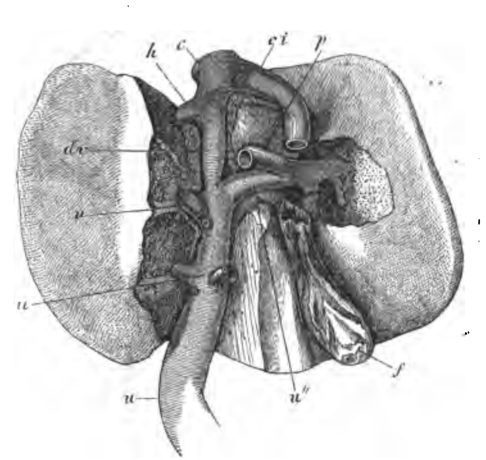


Fig. 276.

Fig. 276. Leber eines reifen Fötus, $^5/_6$ der natürlichen Grösse, von unten. Der obere Theil des SPIGEL'schen Lappens, die die linke Furche begrenzenden Theile und ein Theil des rechten Lappens sind entfernt. *u* Stamm der *Umbilicalis*; *u′* Hauptast derselben zum linken Lappen; *u″* Ast derselben zum rechten Lappen; *u‴* kleinere Aeste zum linken Lappen und zum *Lobus quadrangularis*; *dv Ductus venosus Arantii*; *p Vena Portae*; *ci Cava inferior* an der Leber; *c* Stamm derselben über der Leber; *h* linke Lebervene; *f* Gallenblase.

das Herz erreicht und der ursprüngliche Stamm eher als ein engerer Verbindungskanal zwischen ihr und der unteren Hohlvene erscheint, der nun *Ductus venosus* heisst (Fig. 276 *dv*). Dass die *Venae hepaticae revehentes* der Umbilicalvene die eigentlichen Lebervenen sind, wird bereits klar geworden sein und ebenso ist auch bekannt, dass der *Ductus venosus* nach der Geburt obliterirt und nur in einem vom linken Aste der Pfortader zur *Cava* hinziehenden Strange sich erhält.

Körpervenen.

Die ersten Körpervenen, welche im Embryo entstehen, sind die *Venae jugulares* und *cardinales* von Rathke. Beim Hühnchen entstehen die *Venae cardinales* (siehe Figg. 44, 45, 48, 54 *vc*) am Anfange des dritten Tages nach den Gefässen des Fruchthofes, aber vor der *Allantois* und den *Vasa umbilicalia* und so wird es sich wohl auch beim menschlichen Embryo verhalten, obschon hierüber nichts Sicheres bekannt ist. Beim Kaninchen sah ich diese Venen am 10. Tage hinter der Bauchhöhle neben der Aorta in ganz guter Entwicklung (Fig. 258) und vermuthe, dass sie schon früher vorhanden sind. Es ist dieses erste System von Körpervenen, dessen genauere Kenntniss wir vor Allem Rathke, dann auch Coste verdanken, ein sehr zierliches paariges System, dessen einzelne Theile sich folgender Maassen verhalten. Die *Venae jugulares* (Fig. 54 *vj*) entspringen mit vielen Aestchen vom Kopfe besonders aus dem Gehirn und der Schädelhöhle, die sie durch ein Paar Löcher (*Foramina temporalia*) in der Schläfengegend verlassen, laufen dicht hinter den Kiemenspalten und vor der Gegend des Gehörbläschens nach hinten bis in die Höhle des Herzens, wo sie nach innen sich biegen und mit den Stämmen der *Venae cardinales* die *Ductus Cuvieri* bilden, die rechts und links von der Speiseröhre gegen das Herz verlaufen und mit einem kurzen Stämmchen, gemeinschaftlich mit der *Vena omphalo-mesenterica* in die noch einfache Vorkammer sich einsenken. Die *Venae cardinales* entspringen doppelt am hinteren Leibesende, laufen hinter den Wolff'schen Körpern die Aorta zwischen sich nehmend nach vorn, um dann, wie schon erwähnt, mit den *Jugulares* sich zu vereinen.

Venae jugulares.

Die genaueren Verhältnisse und die weiteren Entwicklungen dieser zwei Venengebiete sind nun folgende. Die *Venae jugulares* anlangend, so liegen ihre ersten Zweige in der Schädelhöhle und fliessen jederseits in einem Gefäss zusammen, das als Anfang des Stammes angesehen werden kann und später als *Sinus transversus* erscheint. Dieses Gefäss verlässt jedoch die Schädelhöhle nicht durch ein *Foramen jugulare*, sondern durch eine besondere, vor der Ohrgegend gelegene Oeffnung, welche, wie Luschka gezeigt hat, auch am ausgebildeten knöchernen Schädel noch erhalten sein kann und dann am Schläfenbeine über dem Kiefergelenke liegt. Später verschliesst sich diese Oeffnung und

wird das Blut der Schädelhöhle durch eine nahe am *Ductus Cuvieri* aus dem untersten Ende der primitiven *Jugularis* hervorgesprosste *Jugularis interna* abgeführt, so dass dann die erstere als *Jugularis externa* erscheint. In den Bereich desselben Venengebietes gehören auch 1) die

Vertebrales anteriores.

Venae vertebrales anteriores von RATHKE, die in die *Ductus Cuvieri* sich entleeren und zu den bleibenden *Venae vertebrales* sich gestalten,

Subclaviae.

und 2) die *Venae subclaviae*, die in das Ende der *Jugulares* sich ergiessen.

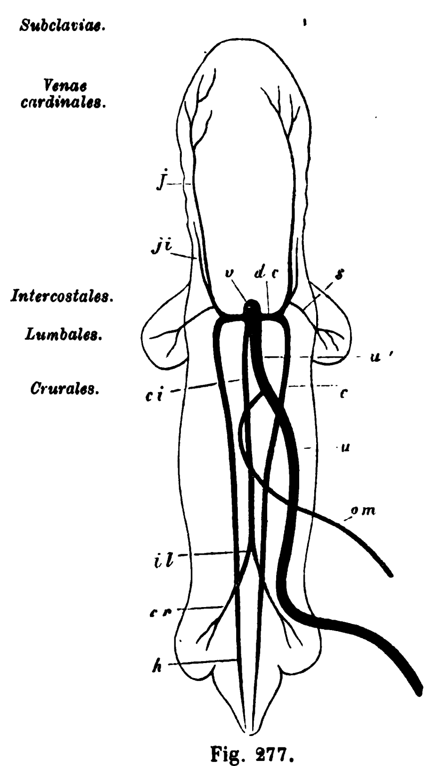


Fig. 277.

Venae cardinales.

Die *Venae cardinales* (Fig. 277 *c*) sind wohl in erster Linie die Venen der Urnieren, deren ganzem Verlaufe sie folgen und von denen sie viele Zweigelchen aufnehmen. Ausserdem nehmen sie aber auch von der Rückenwand des Rumpfes viele

Intercostales.

Lumbales.

Crurales.

Aestchen auf, die den späteren Intercostal- und Lumbalvenen entsprechen. Mit der Bildung der hinteren Extremitäten entstehen an ihren Stämmen auch die *Venae crurales*. Die weiteren Umwandlungen der Cardinalvenen sind bei den Säugethieren und beim Menschen noch nicht hinreichend verfolgt, es scheinen jedoch nach RATHKE's Untersuchungen die mittleren Theile der Cardinalvenen später ganz zu vergehen. Die Venen der hinteren Extremitäten und die Schwanzvenen, die ursprünglich die Enden der Cardinalvenen sind, schliessen sich dann an die mittlerweile entstandenen *Venae iliacae* an (Fig. 278, 2). Die Lendenvenen ferner vereinen sich theils mit der *Vena cava*, theils mit einem neu entstehenden Stamme,

Vena vertebralis posterior.

der *Vena vertebralis posterior* von RATHKE, der auch die hinteren Intercostalvenen aufnimmt und durch das sich erhaltende obere Ende der Cardinalvenen in den *Ductus Cuvieri* übergeht. So entsteht dann

Fig. 277. Schema der grossen Venen aus der Zeit des ersten Auftretens des Placentarkreislaufes und der Körpervenen, beim Menschen etwa aus der vierten Woche. *v* gemeinschaftlicher Venensinus; *dc Ductus Cuvieri*; *j* primitive *Jugularis*; *ji Jugularis interna*; *s Subclavia*; *c Cardinalis*; *h* Ende derselben, spätere *Hypogastrica*; *cr Cruralis*; *ci Cava inferior*; *il Iliaca communis*; *om Omphalo-mesenterica*; *u Umbilicalis*; *u'* Stamm derselben an der Leber, dessen Leberäste nicht dargestellt sind.

ein Verhalten der Gefässe, wie dasselbe in dem Schema Fig. 278, 1 dargestellt ist.

Behufs der Schilderung der letzten Umwandlungen der *Venae cardinales* haben wir nun vor Allem unsern Blick wieder auf die grossen Stämme am Herzen zu richten. Wie schon angegeben, münden die *Ductus Cuvieri*, die Abzugskanäle der Jugular- und Cardinalvenen, anfänglich mit der *Vena omphalo-mesenterica*, deren Stelle später von der *Umbilicalis* und endlich der *Cava inferior* eingenommen wird, gemeinschaftlich in den Vorhof des Herzens. Später wird dann der kurze gemeinschaftliche Venensinus in den Bereich der Vorkammer gezogen und dann findet man am Herzen drei grosse Venenmündungen, die beiden *Ductus Cuvieri*, die nun auch obere Hohlvenen heissen, und die *Cava inferior*. Beim Menschen erhalten sich diese zwei oberen Hohlvenen viel länger als man bis jetzt gewusst hat und habe ich schon früher ein

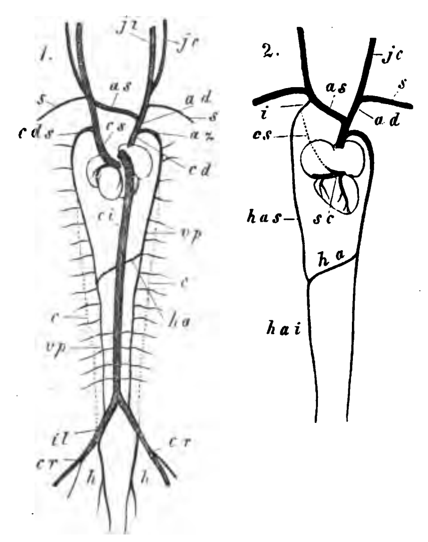


Fig. 278.

Cavae superiores.

Fig. 278. Schema zur Darstellung der Bildung der Venensysteme der *Cava superior* und *inferior*. 1. Ansicht des Herzens und der Venen aus der Zeit des Bestehens zweier oberen Hohlvenen von hinten. *cs Cava superior sinistra*, die mit ihrem Ende Herzvenen aufnimmt; *cds* Stamm der *Cardinalis sinistra; cd Cava superior dextra; ad Anonyma dextra* (ursprünglich Anfang der rechten *Jugularis*); *as Anonyma sinistra* (Verbindungsast zwischen beiden ursprünglichen *Jugulares*); *az Azygos* (ursprünglich Stamm der *Cardinalis dextra*); *ji Jugularis interna; je Jugularis externa; s Subclavia; c* obliterirter mittlerer Theil der Cardinalvenen; *vp* statt dessen neu aufgetretene *Vertebralis posterior*, die nun die Lendenvenen und Intercostalvenen zum Theil aufnimmt; *ha* Stamm der *Hemiazygos* (Verbindungsast zwischen beiden *Vertebrales*); *ci Cava inferior; il Iliaca communis* (ursprünglich Verbindungsast der *Cava* mit der *Cardinalis*); *cr Cruralis; h Hypogastrica* (ursprüngliches Ende der *Cardinalis*).

2. Ansicht des Herzens und der bleibenden Venenstämme mit Andeutung des Schwindens der *Cava superior sinistra* von hinten; *az Azygos; ad Anonyma dextra; as Anonyma sinistra; jc Jugularis communis; s Subclavia; cs* obliterirte *Cava superior sinistra; i Intercostalis suprema; has Hemiazygos superior; hai Hemiazygos inferior; ha* Stamm der *Hemiazygos; sc Sinus coronarius* die grossen Herzvenen aufnehmend (Ende der früheren *Cava superior sinistra*).

Herz eines acht Wochen alten Embryo geschildert (Fig. 271), an welchem dieselben beide gleich stark waren (s. auch Fig. 278, 1). Hierbei nimmt jedoch die linke Vene eine andere Stellung an als die rechte und mündet ganz unten und nach links in die Vorkammer ein, nachdem sie vorher auch die Herzvenen aufgenommen hat. Diese obere linke Hohlvene nun vergeht im dritten und vierten Monate, und bildet sich das bleibende Verhältniss der Venen des Systemes der *Cava superior* in folgender Weise. Erstens entsteht eine Verbindung der linken *Jugularis* mit der rechten durch einen kurzen queren Stamm (Fig. 278, *as*), der am Ende des zweiten Monates vorhanden ist. Zweitens löst sich der linke *Ductus Cuvieri* oder die linke *Cava superior* fast ganz auf, mit einziger Ausnahme des Endstückes, welches zum sogenannten *Sinus coronarius* wird, in den die *Vena coronaria cordis magna* und die hinteren Herzvenen sich ergiessen. Drittens endlich verbindet sich die linke hintere Vertebralvene hinter der *Aorta* mit der entsprechenden Vene der rechten Seite und wird so zur *Vena hemiazygos*. Die rechte *Vena vertebralis* mit dem Ende der früheren *Cardinalis* ist nun *Azygos* geworden, der *Ductus Cuvieri dexter* obere Hohlvene, das Ende der rechten *Jugularis Anonyma dextra*, der neue Verbindungszweig mit der *Jugularis sinistra Anonyma sinistra*, wie dieses Alles die Fig. 278 versinnlicht. Das obere Ende der *Vertebralis posterior dextra* mit dem Reste der *Cardinalis dextra* erhält sich in sehr verschiedener Form als Stämmchen der oberen Intercostalvenen oder *Hemiazygos superior* und *Intercostalis suprema*. Einen dieser Fälle, wo die *Hemiazygos superior* eine Anastomose der *Hemiazygos inferior* und *Anonyma* darstellt, ist in dem Schema Fig. 278, 2 zu Grunde gelegt. — Fasst man alles Bemerkte zusammen, so ergiebt sich, dass dem ganz unpaarigen Systeme der *Vena cava superior* des Erwachsenen ein paariges Venengebiet zu Grunde liegt, und will ich bei dieser Gelegenheit noch darauf aufmerksam machen, dass bei manchen Säugethieren zeitlebens zwei obere Hohlvenen sich erhalten, sowie dass auch beim Menschen in seltenen Fällen eine *Cava superior sinistra* gefunden wird, in welch' letzterer Beziehung besonders Arbeiten von MARSHALL (PHIL. TRANS 1859) und von KRAUSE jun. (Siehe HENLE's Anatomie) zu vergleichen sind.

Sinus coronarius. *Hemiazygos.* *Azygos.* *Anonymae.*

Cava inferior.

Es erübrigt endlich noch die Bildung der unteren Hohlvene zu besprechen, welche von all den geschilderten primitiven Venenstämmen zuletzt entsteht. Wenn die Cardinalvenen die Venen der WOLFF-schen Körper sind, so kann man die *Cava inferior* die Vene der Nebennieren, Nieren und inneren Geschlechtsorgane heissen. Ihre Bildung fällt beim Menschen zwischen die vierte und fünfte Woche und erscheint dieselbe als ein kürzerer Stamm zwischen den WOLFF'schen Körpern

und hinter der Leber, der vorn mit dem Stamme der Umbilicalvene zusammenmündet und hinten jederseits durch einen hinter den WOLFF-schen Körpern gelegenen Ast mit den Cardinalvenen sich verbindet, da wo dieselben von aussen die kleine Extremitätenvene aufnehmen (Fig. 278). Ueber die erste Entstehung der Hohlvene giebt RATHKE an, dass dieselbe gleichsam von der Leber aus rückwärts auswachse. Zuerst entstehe der Stamm, dann ein Paar Aeste, die am innern Rande der WOLFF'schen Körper rückwärts verlaufen und Aestchen von diesen und der Niere empfangen. Darauf bilde sich der Stamm über diese Aeste hinaus nach hinten fort und gehe dann die erwähnte Anastomose mit den Cardinalvenen ein, während zugleich ein neuer Seitenast von den WOLFF'schen Körpern und den Geschlechtsorganen her sich bilde. Mit dem Schwinden der WOLFF'schen Körper und des mittleren Theiles der Cardinalvenen erscheint dann das Ende dieser, die *Vena hypogastrica* und die Schenkelvene, als Aeste der *Cava*, deren zwei Schenkel zu den *Venae iliacae communes* sich gestalten. Zugleich wird das vordere Ende der *Cava* immer weiter und bald zum Hauptgefäss, in das dann das Ende der Nabelvene oder der *Ductus venosus* als Ast einmündet, wobei jedoch zu bemerken ist, dass selbst noch am Ende des Fötallebens die *Cava inferior* eigentlich kaum stärker ist als der *Ductus venosus* (Fig. 276), so dass man den kurzen Stamm der *Cava* über der Leber auch jetzt noch mit Recht als Ende der *Umbilicalis* bezeichnen könnte, insofern wenigstens als die Lebervenen zum Bereiche der *Umbilicalis* gehören.

Kreislauf des Fötus.

Nach Beschreibung der Entwicklung der Blutgefässe erscheint es nun zweckmässig noch mit einigen Worten des Kreislaufes im Fötus zu gedenken. Die Embryologie unterscheidet gewöhnlich zwei Formen oder Stadien des Kreislaufes im Fötus, einmal den ersten Kreislauf oder den des Fruchthofes und Dottersackes, und dann den zweiten Kreislauf, der auch der Placentarkreislauf heisst, es ist jedoch hinreichend klar, dass zwischen diesen beiden Endgestaltungen eine Menge Uebergänge sich finden. Es würde uns zu weit führen und auch ziemlich nutzlos sein, wollten wir diese Zwischenstufen jetzt, nachdem wir dieselben alle ausführlich anatomisch abgehandelt, auch noch vom physiologischen Standpunkte aus betrachten, und begnüge ich mich daher, da der erste Kreislauf schon geschildert ist (s. § 9), mit einer kurzen Darstellung des Placentarkreislaufes, wie er vom Anfange des dritten Monates an bis zum Ende des Fötallebens gefunden wird. Das Eigenthümliche dieses Kreislaufes, verglichen mit dem Kreislaufe der nachembryonalen Zeit, liegt darin, dass bei demselben ein zweiter Kreislauf, analog dem Lungen- oder kleinen Kreislaufe, fehlt, und dass somit alle vier Abtheilungen des Herzens für den Körperkreislauf nutz-

bar gemacht werden. Um dieses bei der stattfindenden gleichmässigen Ausbildung aller Abschnitte des Herzens zu ermöglichen, mussten Einrichtungen geschaffen werden, um erstens auch dem linken Herzen, dem von den Lungen her eine kaum nennenswerthe Blutmenge zukommt, eine gehörige Zufuhr zu verschaffen, und zweitens das Blut des rechten Herzens in die Körpergefässe abzuleiten. Zur Verwirklichung dieser Bedingungen finden wir nun beim Fötus 1. eine Oeffnung in der Scheidewand der Vorkammern, das *Foramen ovale*, und eine solche Klappeneinrichtung an der *Cava inferior*, dass dieselbe ihr Blut fast ganz in den linken Vorhof überführt, und 2. eine Verbindung der *Arteria pulmonalis* mit der *Aorta descendens* durch den sogenannten *Ductus Botalli*, welcher den Abfluss des Blutes der rechten Kammer mit Ausnahme des wenigen, was zu den Lungen geht, in die Körperarterien und zwar der hinteren Rumpftheile gestattet (Fig. 279). Aus diesem Verhalten der Arterie des rechten Herzens ergiebt sich nun auch, dass die Leistungen desselben für die Gesammtcirculation eben so gross sind. wie die der linken Kammer, und erklärt sich so die gleiche Muskelstärke der Kammern beim Fötus.

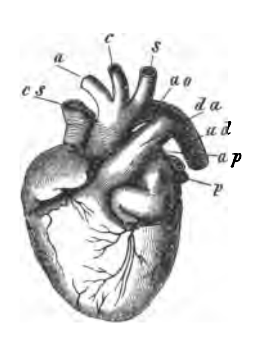


Fig. 279.

Fernere Eigenthümlichkeiten der fötalen Circulation liegen nun in dem Umstande, dass der Embryo im Mutterkuchen ein ausserhalb seines Leibes befindliches Organ besitzt, das, man mag nun die Function der *Placenta* ansehen wie man will, auf jeden Fall die Rolle eines Ernährungsorganes im weiteren Sinne spielt. Soll der Fötus wachsen und gedeihen, so ist eine ununterbrochene freie Verbindung mit der *Placenta*, eine beständige Wechselwirkung des fötalen und mütterlichen Blutes in derselben nöthig. Diese Beziehungen nun werden unterhalten durch die zwei mächtigen *Arteriae umbilicales*, die das Fötalblut in die *Placenta* hineinsenden, und durch die *Vena umbilicalis*, die von derselben wieder in den Embryo geht. Interessant, jedoch leider noch nicht nach allen Seiten physiologisch aufgeklärt, ist nun das Verhalten dieser Vene zur Leber, indem dieselbe ihr meistes Blut in die Leber abgiebt und so gewissermassen eine fötale Pfortader darstellt, während nur ein geringerer Theil desselben durch den *Ductus venosus* direct ins Herz abfliesst. Man vermuthet mit Recht, dass diese Einrichtung das Zustandekommen be-

Fig. 279. Herz eines reifen Embryo etwa um die Hälfte verkleinert, von vorn und etwas von links her. *cs Cava superior; a Anonyma; c Carotis sinistra; s Subclavia sinistra; ao* Ende des *Arcus aortae; da Ductus arteriosus Botalli; ad Aorta thoracica*; *ap* linke *Pulmonalis; p* linke *Venae pulmonales*.

sonderer chemischer Vorgänge im Lebergewebe und im Blute der Nabelvene selbst ermöglicht und vielleicht auch für die Blutzellenbildung von Bedeutung ist, doch fehlen annoch sichere Thatsachen, um diese Vermuthungen in bestimmtere Worte kleiden zu können. Da der Fötus kein eigentliches Athmungsorgan besitzt, und auch die Functionen seiner Organe lange nicht dieselben sind wie beim Erwachsenen, so mangelt demselben auch jene Verschiedenheit des Blutes in verschiedenen Bezirken, die wir mit dem Namen arteriell und venös bezeichnen. Nichts desto weniger würde man sehr irren, wenn man das Blut des Fötus als überall gleich beschaffen ansehen wollte. Die hier vorkommenden Extreme sind einerseits das Blut der Nabelvene, das als das zur Unterhaltung des Wachsthumes tauglichste erscheint, und andererseits das Blut der Körpervenen, von welchem das Entgegengesetzte zu sagen ist, und können wir diese beiden Blutarten, ohne jedoch auf diese Benennung ein zu grosses Gewicht zu legen, immerhin als Arterien- und Venenblut des Embryo bezeichnen. Verfolgen wir nun, wie bei der geschilderten Einrichtung des Herzens und der grossen Arterien die Vertheilung der beiden Blutarten sich macht, so finden wir, dass, mit einziger Ausnahme der Leber, kein Theil des Körpers reines Arterien- oder Umbilicalvenenblut erhält. Denn das Blut der Nabelvene kommt nur gemengt mit dem Venenblute der unteren Hohlvene und der Pfortader ins Herz. Aber auch das so gemischte Blut kommt nicht allen Theilen des Körpers ganz gleichmässig zu Statten, vielmehr finden wir, dass dasselbe, weil es fast ganz in die linke Vorkammer übergeht, vorzugsweise durch die grossen Aeste der *Aorta* dem Kopfe und den oberen Extremitäten zu gute kommt. Der Rumpf und die unteren Extremitäten erhalten durch die *Art. pulmonalis* einmal das rein venöse Blut der oberen Hohlvene, und dann von gemischtem Blute erstens das wenige, was von der unteren Hohlvene nicht in die linke Kammer übergeht, und zweitens das, was durch das Ende des Bogens der *Aorta* vom Blute des linken Herzens für die *Aorta descendens* übrig bleibt. Somit ist die obere Körperhälfte mit Bezug auf ihre Ernährung besser dran, als die untere, und erklärt man auch hieraus, dass dieselbe in den früheren Perioden in der Entwicklung stets voran ist. Später gestalten sich nun freilich die Verhältnisse allmälig etwas günstiger für die unteren Körpertheile, dadurch, dass einmal das *Foramen ovale* langsam enger wird und so immer mehr Blut der *Cava inferior* für die rechte Kammer übrig bleibt, und zweitens durch Erweiterung des Endes des eigentlichen *Arcus aortae* und Verengerung des *Ductus Botalli*, welche letztere mit der Zunahme der Blutzufuhr zu den Lungen in Verbindung steht.

Die Umwandlung des fötalen Kreislaufes in den bleibenden ge-

schieht nach der Geburt fast mit Einem Schlage. Die Umbilicalvene und die Nabelarterien obliteriren wohl vorzüglich durch Bildung von Blutpfröpfen in denselben, was vielleicht auch vom *Ductus venosus* gilt. Was dagegen den *Ductus Botalli* und das *Foramen ovale* anlangt, so sind es hier besondere Wachsthumsphänomene, die ich an ersterem Kanale als eine Wucherung der Arterienhaut nachgewiesen habe, welche zugleich mit der Aenderung des Blutlaufes, den die Athmung bedingt, den Verschluss herbeiführen. Der *Ductus Botalli* schliesst sich übrigens viel rascher als das *Foramen ovale*, das, wie bekannt, auch sehr häufig zeitlebens wegsam bleibt, so jedoch, dass, vermöge der Lage und Grösse der *Valvula foraminis ovalis*, sein Offenstehen keinen Nachtheil bringt.

Lymphgefässe. Von der Entwicklung der Lymphgefässe ist bis jetzt nur das Wenige bekannt, was ich von den Anfängen dieser Kanäle bei Froschlarven mitgetheilt habe (s. Gewebel. 5. Aufl.), und hat auch dieses mehr histologisches als morphologisches Interesse. Lymphdrüsen. Von den Lymphdrüsen weiss man, dass sie erst um die Mitte der Fötalzeit erscheinen. Nach Breschet sind dieselben anfänglich einfache Lymphgefässplexus (*Le système lymphatique*. Paris 1836. pag. 185) und nach Engel gehen dieselben aus sprossentreibenden und vielfach sich windenden Lymphgefässen hervor (Prag. Viertelj. 1850. II. pag. 111).

VIII. Entwicklung der Harn- und Geschlechtsorgane.

§ 48.

Harnorgane.

Als Harnorgane treten beim Embryo zweierlei Apparate auf, die man als embryonale und bleibende, primäre und secundäre bezeichnen kann. Zu den ersteren gehört die Urniere (Primordialniere oder Wolff'scher Körper) mit ihrem Ausführungsgange, dem Wolff'schen Gange, welcher in den Theil der Allantois oder des Harnsackes mündet, der, im Leibe des Embryo gelegen, anfangs den Namen Harngang, *Urachus*, führt (s. oben S. 62). Dieser *Urachus* mündet in den Theil des Enddarmes, der die Kloake heisst, später jedoch in zwei Theile sich trennt, von denen der vordere unter dem Namen *Canalis* oder *Sinus urogenitalis* eine besondere Ausmündung des Harn- und Geschlechtsapparates darstellt. Die bleibende oder secundäre Niere entwickelt sich aus dem Ausführungsgange der Urniere oder dem Wolff-

schen Gange und ergeben sich somit die beiderlei Harnorgane als Theile eines und desselben Systemes.

Urniere.

Im Folgenden besprechen wir zunächst die Urniere, soweit als ihre Umbildungen nicht mit den Geschlechtsorganen in Beziehung stehen, und dann die bleibende Niere.

Es ist im Früheren schon zu wiederholten Malen von der Urniere oder dem WOLFF'schen Körper des Hühner- und Säugethierembryo die Rede gewesen und bringe ich daher hier nur die Haupterscheinungen in Erinnerung. Zuerst entsteht der Urnierengang, durch die Ablösung einer Zellenmasse der Seitenplatten da, wo dieselben an die Urwirbel angrenzen (S. 55, Fig. 43; S. 61, Fig. 48; Figg. 55, 56, 58 vom Hühnchen; Figg. 93, 95 vom Kaninchen), welcher Strang anfänglich ganz und gar solid ist, und erst nachträglich eine Höhlung erhält. Dieser Gang, der beim Hühnchen in der zweiten Hälfte des 2. Tages, beim Kaninchen am Ende des 8. oder am Anfange des 9. Tages auftritt, erscheint zuerst in der Gegend der vorderen (4.—5.) Urwirbel und entwickelt sich von hier aus rasch nach hinten, so dass er beim Hühnchen schon am Ende des 2. Tages eine ansehnliche Länge besitzt und fast bis zu den letzten nun vorhandenen Urwirbeln sich erstreckt. Im Zusammenhange mit diesem Gange bildet sich nun beim Hühnchen am 3. und 4., beim Kaninchen am 9. und 10. Tage eine zierliche einfache kammförmige Drüse, die in der Fig. 280 vom Hundeembryo nach BISCHOFF dargestellt ist. Dieselbe erstreckt sich von der Lebergegend bis zum hinteren Ende der Abdominalhöhle und besteht aus einem an der lateralen Seite ge-

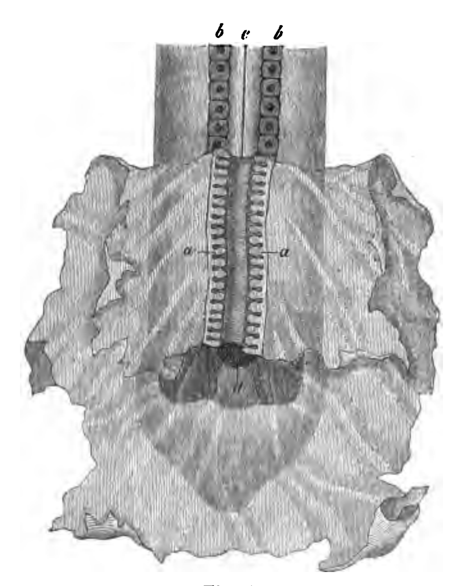


Fig. 280.

Fig. 280. Hinteres Ende eines Hundeembryo mit hervorsprossender Allantois. Das sogenannte Gefässblatt und das Darmdrüsenblatt oder die Anlage des Darmes und die benachbarten Theile des Dottersackes sind zurückgeschlagen, um die *Corp. Wolffiana* zu zeigen, 10 mal vergr. Nach BISCHOFF. *a* WOLFF'sche Körper mit dem Ausführungsgange und den einfachen blinden Kanälchen; *b* Urwirbel; *c* Rückenmark; *d* Eingang in die Beckendarmhöhle.

legenen Gange, dem WOLFF'schen Gange, und vielen Querkanälchen, die auf den ersten Blick den Urwirbeln entsprechen, jedoch, wenigstens bei den Säugethieren, zahlreicher sind als diese.

In dieser einfachsten Form verharrt jedoch die Drüse nicht lange, vielmehr bildet sich dieselbe bald zu einem compacten, blutreichen, röthlichen Organe um, das den wesentlichen Bau der bleibenden Niere besitzt und nebst zahlreichen geschlängelten weiten Drüsenkanälchen, in denen REMAK und ich vor Jahren bei Eidechsenembryonen Flimmerung beobachtet haben, ächte MALPIGHI'sche Körperchen besitzt. Ein früheres Stadium dieser Umbildung zeigen vom Menschen die Figg. 119 u. 259, spätere mehrere bei den Geschlechtsorganen zu findende Abbildungen von Rindsembryonen und vom Menschen.

Die erste Entwicklung der Querkanälchen der Urniere anlangend, so entstehen dieselben unabhängig vom Urnierengange aus den *Mittelplatten*. Beim Kaninchen (ich, EGLI), bei Reptilien (BRAUN) und beim Hühnchen (FÜRBRINGER) entwickeln sich an der ventralen und medialen Seite des WOLFF'schen Ganges aus den Mittelplatten oder, wie man wohl mit demselben Rechte sagen kann, aus der zelligen Auskleidung der Peritonealhöhle in erster Linie in einer Reihe hinter einander gelegene solide zapfen- oder birnförmige Gebilde, die Urnierenstränge (Figg. 123—125 m. Entw. 2. Aufl.), welche bald vom Peritonealepithel sich lösen (Fig. 44, 48) und dann eine Höhlung erhalten, in welchem Zustande dieselben mit RATHKE Urnierenbläschen oder mit BRAUN Segmentalbläschen heissen können. Weiter setzen sich diese Bläschen und der WOLFF'sche Gang in Verbindung, worauf denn die ersteren, in *S* förmig gebogene Schläuche umgewandelt, in derselben Weise wie in der Niere MALPIGHI'sche Körperchen erzeugen. Indem ferner die einzelnen Drüsenschläuche stark in die Länge wachsen und vielfach sich schlängeln und zugleich durch eine gemeinschaftliche mesodermatische Umhüllung alle zusammen vereinigt werden, entsteht schliesslich das einheitliche Organ, das oben als Urniere beschrieben wurde.

Der Urnierengang, der, wie wir oben sahen, von vorn nach hinten sich bildet, erreicht beim Kaninchen am 11. Tage den *Sinus urogenitalis* und öffnet sich in denselben (Fig. 282). Hierbei liegt sein unterstes Ende jederseits in einem Vorsprunge der hinteren Bauchwand, der *Plica urogenitalis* von WALDEYER (Fig. 281), welcher mit der Zeit immer länger und vorstehender wird und ganz unten mit demjenigen der andern Seite verschmilzt.

Wir verlassen nun für einmal die Urnieren, um bei den Geschlechtsorganen wieder zu denselben zurückzukehren und wenden uns zu den bleibenden Nieren.

Die Niere entsteht sowohl beim Hühnchen als bei Säugethieren als eine hohle Sprosse des Wolff'schen Ganges dicht über seiner Einmündung in die Kloake und zeigt die Fig. 282 eine sehr junge Nierenanlage des Kaninchens.

Niere.

In weiterer Entwicklung wächst der Nierengang oder die Nierenanlage in die Länge, zerfällt bald in eigentliche Niere und in *Ureter* und

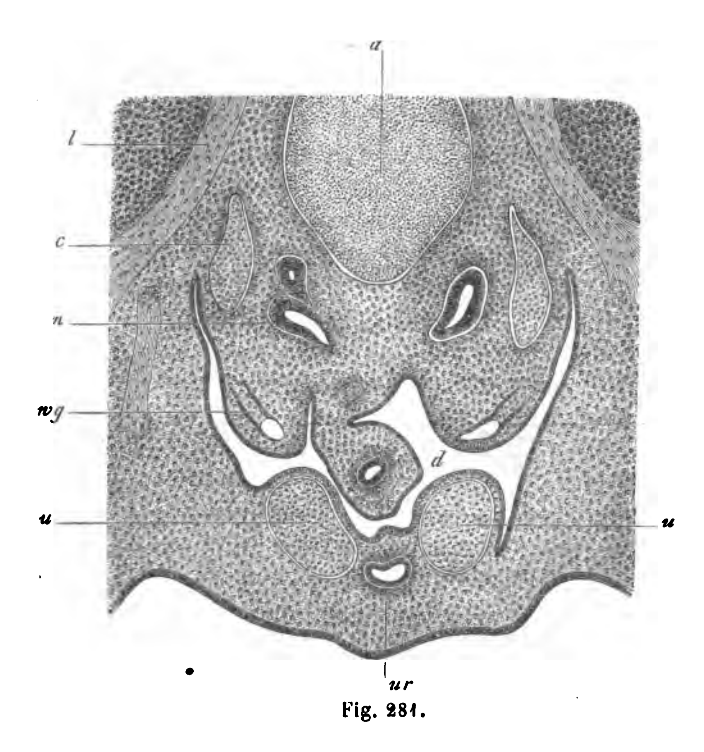


Fig. 281.

rückt erstere immer mehr an dem Wolff'schen Gange in die Höhe, bis sie hinter den untersten Theil der Urniere zu liegen kommt, von wo aus sie schliesslich so weit heraufrückt, dass sie am Ende dem obersten Theile der Wolff'schen Körper gleichsteht. Gleichzeitig mit diesem Vorgange ändern sich auch die Beziehungen des Ureters zum Wolff'schen Gange und trennen sich zuletzt beide Gänge von einander, wobei der

Fig. 281. Theil eines Querschnittes durch das hintere Rumpfende eines Kaninchens von 14 Tagen. 49mal vergr. *a* Aorta, dahinter die Chorda; *c Vena cardinalis;* *n* Theil der Nierenanlage auf der einen Seite mit zwei Ampullen; *wg*, Wolff'scher Gang, jetzt noch ohne Müller'schen Gang in der *Plica urogenitalis* gelegen; *l* Lumbalnerv; *u Arteriae umbilicales; ur Urachus; d* Dickdarm.

Ureter vor den WOLFF'schen Gang zu liegen kommt. Der primitive Nierengang selbst treibt in weiterer Entwicklung zuerst einige wenige (Fig. 283) und dann immer mehr hohle Sprossen und während dies geschieht, treten auch an den Enden derselben die MALPIGHI'schen Körperchen auf. Hierbei schlängeln sich die hohlen Endsprossen, indem sie

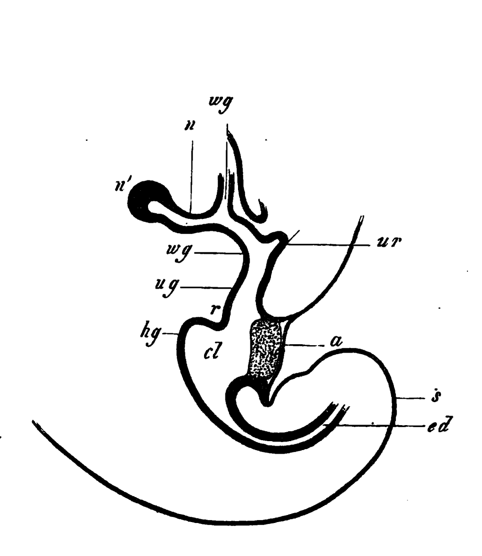


Fig. 282.

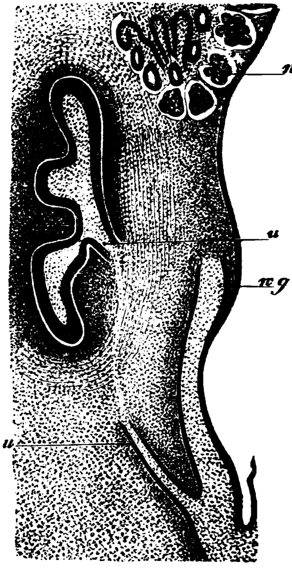


Fig. 283.

weiter wuchern, *S*förmig und zugleich sammelt sich um diese Schlängelungen die mesodermatische Umhüllung der Niere in so reichlichem Maasse an, dass das Ganze bei kleinen Vergrösserungen wie ein birnförmiger, ovaler oder mehr kugeliger Körper erscheint, den ich mit dem Namen »Nierenknospe« (*Pseudoglomeruli*, COLBERG) bezeichne (Fig. 284 *m*).

Fig. 282. Sagittalschnitt durch das hintere Leibesende eines Kaninchenembryo von 11 Tagen und 10 Stunden. 45mal vergr. *wg* WOLFF'scher Gang; *n* Nierengang; *n'* Anlage der Niere; *ug Sinus urogenitalis; ur* Urachusanfang; *cl* Cloake; *hg* Gegend wo in der Medianebene der Hinterdarm in die Cloake mündet; *ed* Postanaler Theil des Enddarmes; *a* After oder Cloakenspalte; *s* Schwanz; *r* Peritonealhöhle.

Fig. 283. Sagittalschnitt durch die Nierengegend eines Kaninchenembryo von 14 Tagen. Vergr. 60mal. *n* Anlage der Niere sammt ihrer Umhüllung; *u* Ureter; *wg* WOLFF'scher Gang, der mit dem Ureter zusammen in einen weiteren Kanal ausmündet, der, wie andere Schnitte lehren, schon am 12. Tage als seitlicher Anhang der Cloake erscheint und als letztes Ende des WOLFF'schen Ganges anzusehen ist; *w* Unterster Theil der Urniere. Breite des WOLFF'schen Ganges 57—70 μ, des Ureters 22—28 μ, des beiden gemeinschaftlichen Raumes 0,14 mm.

An einer solchen Knospe nun wird die Endwindung dadurch zum Malpighi'schen Körperchen, dass sie nach und nach zu einer gekrümmten Platte von der Form einer Kugelschale sich auszieht und den Theil der zelligen Scheide, der an ihre Concavität angrenzt, der zugleich mitwuchert und zu einem kugeligen Gebilde sich umwandelt, umwächst.

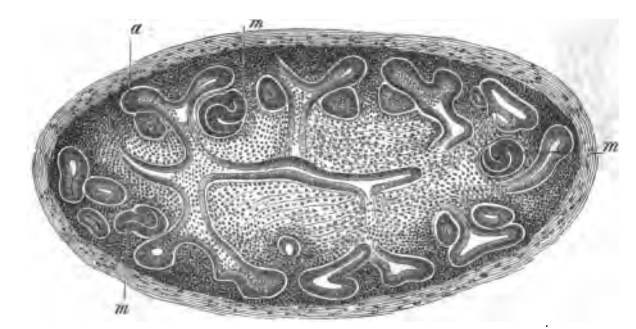


Fig. 284.

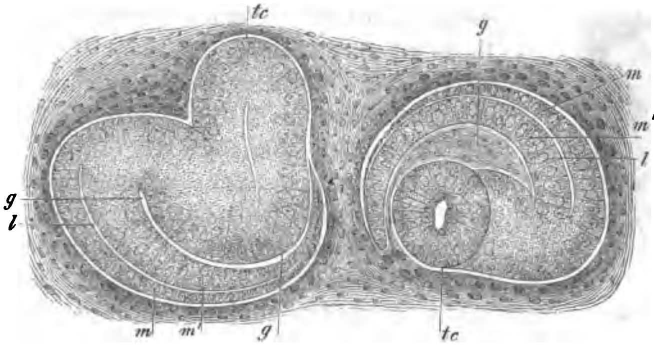


Fig. 285.

Ein solcher Gestalt umgebildetes Harnkanälchen, wie es die Fig. 285 in den ersten Stadien darstellt, lässt sich mit einem tief ausgehöhlten doppelblättrigen Löffel vergleichen, der eine sehr platte, spaltförmige

Fig. 284. Sagittalschnitt der Niere eines Kaninchens von 16 Tagen. Vergr. 63mal. *a* hohle Endsprossen des Ureters oder Ampullen; *m* Anlagen der Malpighi'schen Körperchen. Länge der Niere 1,16 mm, Breite 0,54 mm; Breite der Ampullen 48—59 μ.

Fig. 285. Zwei Nierenknospen eines Kaninchens von 1,7 cm Länge (16.—17. Tag), 100 mal vergr. *tc* Harnkanälchen, das von einer Ampulle aus zur Nierenknospe geht (späterer Stiel des M.'schen Körperchens); *l, m, m'* Anlage des Malpighi'schen Körperchens; *l* Höhlung dieser Anlage; *m* Anlage des Epithels der Müller'schen Kapsel; *m'* Anlage des Epithels auf dem *Glomerulus; g g* Bindesubstanzlage, die später zum *Glomerulus* wird, an der linken Knospe irrthümlich als Spalte dargestellt.

Höhle enthielte, dessen Stiel anfangs tief in die Höhle eingedrückt wäre, und später mit dem Rande derselben sich verbinden würde, oder auch (Toldt) mit einer gestielten Kautschukblase, deren eine Wand an die andere angedrückt wäre.

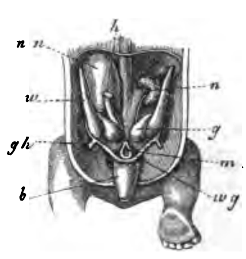


Fig. 286.

Einmal gebildet, erhalten die Malpighi'schen Körperchen ihre Vollendung dadurch, dass das Harnkanälchen die in seiner Aushöhlung liegende Glomerulusanlage, die früh Blutgefässe erhält, immer mehr umwächst, so dass am Ende nur noch die Zutrittsstelle der Gefässe offen bleibt, während anderseits der Stiel passiv vom Rande an die Seite der Kugelschale rückt und schliesslich den dem Eintritte der Gefässe gegenüberliegenden Pol erreicht. Die Harnkanälchen, die zu den eben angelegten *Glomeruli* führen, sind anfänglich ungemein einfach, bald aber beginnen dieselben zu wachsen und sich zu schlängeln und liefern später die gewundenen Kanälchen beider Ordnungen und die Henle'schen Schleifen. Je mehr Harnkanälchen, Malpighi'sche Körperchen und gewundene Kanälchen entstehen, um so dicker wird die Rindenlage. Zugleich nimmt aber auch die Zahl der Sammelröhren je länger je mehr zu und zwar dadurch, dass immer mehr peripherische Theile in deren Bereich gezogen werden. Es gehen nämlich die Harnkanälchen, die Malpighi'sche Körperchen liefern, lange Zeit hindurch mit ihren Anfängen in Sammelröhren über, und so entsteht nach und nach die Marksubstanz des Organes, deren volle Ausbildung in eine spätere embryonale Zeit fällt.

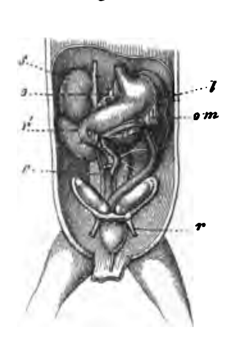


Fig. 287.

Niere des Menschen.

In Betreff der Niere des Menschen merke ich noch Folgendes an Bei einem Embryo zwischen der 6. und 7. Woche war die Niere 1,83 mm gross, bohnenförmig und platt und hatte hinter dem unteren Theile der

Fig. 286. Harn- und Geschlechtsorgane eines acht Wochen alten menschlichen Embryo etwa 2mal vergr. *nn* rechte Nebenniere; *w* Urniere; *wg* Ausführungsgang derselben; *n* Niere; *g* Geschlechtsdrüse, hier von etwas auffallender Gestalt; *m* Mastdarm; *gh* Leistenband des Wolff'schen Körpers (*Gubernaculum Hunteri* oder *Lig. uteri rotundum*); *b* Blase; *h* untere Hohlvene.

Fig. 287. Ein Theil der Baucheingeweide eines dreimonatlichen weiblichen menschlichen Embryo, vergr. *s* Nebenniere; *o* kleines Netz; *r'* Niere; *l* Milz; *om* grosses Netz; *c* *Coecum*; *r*. *Lig. uteri rotundum*. Ausserdem sieht man Blase, *Urachus*, *Ovarium*, *Tuba*, Uterusanlage, Magen, *Duodenum*, *Colon*.

Urniere ihre Lage. In der 8. Woche betrug die Niere 2,5 mm in der Länge und lag noch ganz hinter der grossen Nebenniere (Fig. 286), wogegen im 3. Monate die Niere unterhalb der Nebenniere an der hinteren Bauchwand zum Vorschein kommt (Fig. 292) und von nun an rascher wächst als die Nebennieren. Die schon im zweiten Monate auftretenden Läppchen (ich, TOLDT) bleiben während der ganzen Embryonalperiode bestehen und bilden sich immer deutlicher aus, um nach der Geburt rasch mit einander zu verschmelzen.

Die innere Ausbildung der fötalen menschlichen Niere hat TOLDT verfolgt und derjenigen der Säuger gleich gefunden, weshalb ich nur Folgendes hervorhebe.

Schon im 2. Monate finden sich MALPIGHI'sche Körperchen, z. Th. von derselben Grösse, wie beim Erwachsenen, und haben Mark und Rinde fast gleiche Dicke. Im dritten Monate werden die Papillen deutlich, die Marksubstanz misst 1,54 mm, die Rinde 0,82 mm. Im 4. Monate erkennt man zuerst HENLE'sche Schleifen. In Entwicklung begriffene *Glomeruli* fand TOLDT vereinzelt noch am 7. Tage nach der Geburt, vermisste dieselben dagegen ganz und gar bei einem Kinde von 3 Monaten.

Harnblase. Die Harnblase entsteht aus dem *Urachus* oder dem Stiele der *Allantois*. Beim Menschen entwickelt sich derselbe schon im zweiten Monate mit seinem nahezu untersten Theile zu einem spindelförmigen Behälter, der Harnblase, die durch einen kurzen Gang mit dem Mastdarme sich vereint und an ihrem oberen Ende mit einem anfangs noch hohlen Gange, dem eigentlichen *Urachus*, durch den Nabel in den Nabelstrang eintritt und in demselben mit dem Reste des Epithelialrohres der *Allantois* sich verbindet (s. oben S. 154). Später verengert sich der *Urachus* und schliesst sich zuletzt in einer noch nicht genau bestimmten Zeit, nachdem die Allantoisreste schon lange vergangen sind, und bildet das *Ligamentum vesicae medium*. Doch ist die Obliteration dieses Kanales selten vollkommen, indem nach LUSCHKA selbst noch beim Erwachsenen Reste des Epithelialrohres des *Urachus* vorkommen können (VIRCH. Archiv Bd. 23). Von der Harnblase ist nur noch das zu sagen, dass sie beim Fötus lange Zeit ihre Spindelform bewahrt und selbst nach der Geburt das *Ligamentum medium* noch eine Zeit lang vom obersten zugespitzten Ende aus entsendet.

Nebennieren. An diesem Orte behandle ich auch die Nebenniere, von der schon früher bei Gelegenheit der Entwicklung des *Sympathicus* die Rede war (S. 237). Bei Säugethieren ist die Entwicklung dieses Organes insofern nicht schwer zu verfolgen, als sich ergiebt, dass dasselbe selbstständig ohne Beziehungen zu irgend andern Theilen in dem vor der Bauchaorta und zwischen den WOLFF'schen Körpern hinter dem *Mesen-*

terium gelegenen Blasteme entsteht. In zwei linienförmigen Zügen nimmt an genannter Stelle das Mesoderma eine besondere Structur an. Gewisse Zellen desselben ordnen sich zu cylindrischen, netzförmig verbundenen Strängen und zwischen denselben entwickeln sich Blutgefässe in massiger Zahl, so dass ein Gewebe entsteht, das in Manchem an das Leberparenchym von Embryonen erinnert, jedoch viel weniger blutreich ist.

§ 49.

Geschlechtsorgane im Allgemeinen. Geschlechtsdrüsen.

Entwicklung der inneren Geschlechtsorgane im Allgemeinen.

Die Schilderung der Entwicklung der Geschlechtsorgane erheischt zwar kein Zurückgehen auf die allerfrühesten Zustände, doch sind es auch wiederum die WOLFF'schen Körper, die als Ausgangspunkte dienen, da gewisse Theile der Geschlechtsorgane in innigstem Zusammenhange mit diesen Drüsen, ja selbst aus gewissen Theilen derselben sich hervorbilden. An der medialen vorderen Seite der WOLFF'schen Körper und in genauer Verbindung mit ihnen entsteht die Geschlechtsdrüse (Hoden oder Eierstock), welche, so viel man weiss, bei beiden Geschlechtern anfänglich vollkommen gleich beschaffen ist, und gleichzeitig mit dieser Drüse entwickelt sich neben dem WOLFF'schen Gange noch ein zweiter Kanal, der sogenannte MÜLLER'sche Gang oder der Geschlechtsgang, der ebenfalls in das untere Ende der Harnblase oder den *Sinus urogenitalis* einmündet. Beim männlichen Geschlechte nun vergeht dieser MÜLLER'sche Gang später wieder bis auf geringe Ueberreste (den sogenannten *Uterus masculinus* oder die *Vesicula prostatica*), dagegen tritt die Geschlechtsdrüse mit dem WOLFF'schen Gange in Verbindung, welcher zum Samenleiter wird und auch die Samenbläschen entwickelt. Es ergiebt sich somit eine ganz merkwürdige Betheiligung der Primordialniere an der Bildung des samenableitenden Apparates; immerhin ist zu bemerken, dass die Drüse selbst dem grössten Theile nach mit dem Geschlechtsapparate keine Vereinigung eingeht, sondern zum Theil schwindet, zum Theil in ganz untergeordnete und bedeutungslose Theile, wie die *Vasa aberrantia testis* und das Organ von GIRALDÈS, sich umwandelt.

MÜLLER'scher Gang oder Geschlechtsgang.

Beim weiblichen Geschlechte sind nun umgekehrt der WOLFF'sche Körper und sein Gang ohne allen grösseren Belang und verschwinden, wie es scheint, bis auf den Nebeneierstock ganz und gar, dagegen treten hier die MÜLLER'schen Gänge in ihre vollen Rechte ein und erscheinen als das, was sie in der That in der Anlage sind, als Geschlechtsgänge, indem sie mit ihren unteren verschmolzenen Enden zum *Uterus* und zur

Scheide und mit den oberen getrennt bleibenden Theilen zu den Eileitern sich umbilden.

Geschlechtsdrüsen.

Nach dieser übersichtlichen Schilderung führe ich nun der Reihe nach die einzelnen Abschnitte der Geschlechtsorgane gesondert vor und beginne mit den Geschlechtsdrüsen. In der fünften, deutlicher in der sechsten Woche gewahrt man beim menschlichen Embryo an der inneren Seite der WOLFF'schen Körper und denselben dicht anliegend zwei weissliche Streifen (Fig. 259 *t*), deren weitere Verfolgung bei Embryonen der siebenten und achten Woche bald zeigt, dass dieselben nichts als die Anlagen der Geschlechtsdrüsen sind. Ueber die Entstehung dieser Streifen ist vom Menschen nichts bekannt. Was dagegen die Säugethiere und die Vögel anlangt, so ist es bei jungen Embryonen leicht, an Querschnitten ihre Bildung zu ermitteln, und zwar ergiebt sich, dass dieselben dadurch entstehen, dass das Peritonealepithel in dieser Gegend in einer linienförmigen Stelle, der *Stria germinativa*, sich verdickt und zu dem sogenannten Keimepithel von WALDEYER sich gestaltet, während zugleich das in dieser Gegend gelegene Mesoderma ebenfalls wuchert und gefässreicher wird.

Einmal angelegt, wachsen die anfänglich ganz gleich beschaffenen Anlagen der beiderlei Geschlechtsdrüsen rasch und treten ebenso wie die WOLFF'schen Körper immer mehr vor, so dass sie scheinbar in die Bauchhöhle zu liegen kommen; zugleich erhalten beide Organe eine Art Gekröse, das von den WOLFF'schen Körpern noch nicht erwähnt wurde. An diesen Organen ist dasselbe breit und niedrig, etwa wie das *Mesocolon ascendens*, dagegen stellt dasselbe an ihrem oberen Ende eine kleine freie, zum *Diaphragma* verlaufende bogenförmige Falte mit zwei oder selbst drei Ausläufern dar, die ich das Zwerchfellsband der Urniere heisse (Fig. 288, *d*), und ist auch an dem Theile des Ausführungsganges, der unterhalb der Drüse liegt, als eine kleine senkrecht stehende Platte nachzuweisen, die später von WALDEYER den Namen *Plica urogenitalis* erhielt. Ferner geht vom WOLFF'schen Gange genau am unteren Ende der Drüse eine Bauchfellfalte zur Leistengegend, welche ich das Leistenband der Urniere nenne (Fig. 288, *i*), ein Gebilde, das wir später unter den Namen *Gubernaculum Hunteri* und *Ligamentum uteri rotundum* treffen werden. Was die Geschlechtsdrüsen anlangt, so besitzen dieselben, sobald sie eine nur etwas bedeutendere Entwicklung erlangt haben, eine kleine Bauchfellfalte, die sie mit der Urniere verbindet, die je nach dem Geschlechte Hoden- oder Eierstockgekröse, *Mesorchium* oder *Mesoarium* heisst.

Zwerchfellsband der Urniere.

Leistenband der Urniere.

Mesorchium. Mesoarium.

Hoden und Eierstöcke entsprechen sich ursprünglich in der Form genau (Fig. 288), gegen das Ende des zweiten Monates wird jedoch

beim Menschen das erste Organ breiter und verhältnissmässig kürzer, während der Eierstock eine gestrecktere Form beibehält. Zugleich ändert sich auch die Stellung der Geschlechtsdrüsen in der Art, dass dieselben beim weiblichen Geschlechte mehr schief sich lagern, und ist von dieser Zeit an, d. h. in der neunten bis zehnten Woche, auch von dieser Seite her die Diagnose gesichert. Die weitere Entwicklung be-

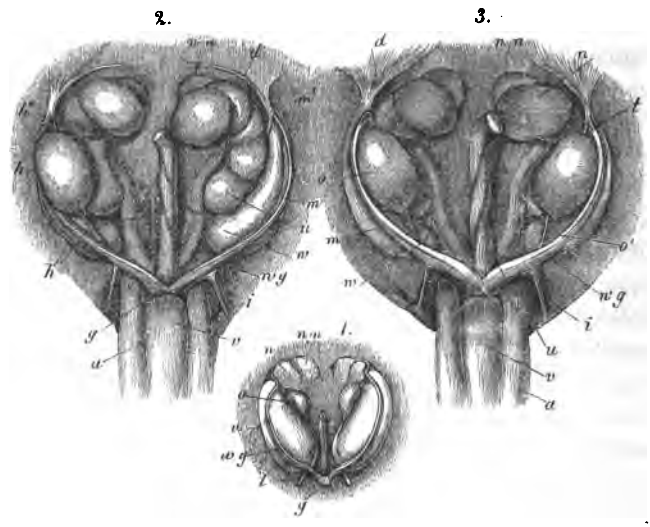


Fig. 288.

sprechen wir nun bei den beiden Drüsen gesondert, doch finde ich mich nicht veranlasst, auf die äusseren Gestalt- und Grössenverhältnisse noch weiter einzugehen, und will ich nur das Wesentliche dessen mittheilen, was über die inneren Structurverhältnisse ermittelt ist.

Entwicklung des Hodens.

In Betreff des Hodens gehen meine Erfahrungen dahin, dass, so lange als nicht die Geschlechtsdrüse die Anlage einer *Albuginea* und ein

Fig. 288. Geschlechts- und Harnorgane von Rindsembryonen. 1. Von einem $1^1/_2''$ langen weiblichen Embryo, einmal vergrössert. *w* Urniere; *wg* Urnierengang mit dem Müller'schen Gange; *i* Leistenband der Urniere; *o* Eierstock mit einer oberen und unteren Bauchfellfalte; *n* Niere; *nn* Nebennieren; *g* Geschlechtsstrang, gebildet aus den vereinigten Urnieren- und Müller'schen Gängen. 2. Von einem $2^1/_2''$ langen männlichen Embryo, nicht ganz 3 mal vergr. Der eine Hoden ist entfernt. Buchstaben wie bei 1., ausserdem *m* Müller'scher Gang; *m'* oberes Ende desselben; *h* Hoden; *h'* unteres Hodenband; *h''* oberes Hodenband; *d* Zwerchfellsband des Wolff'schen Körpers; *a* Nabelarterie; *v* Blase. 3. Von einem $2^1/_2''$ langen weiblichen Embryo, nicht ganz 3mal vergr. Buchstaben wie bei 1. und 2., ausserdem *t* Oeffnung am oberen Ende des Müller'schen Ganges; *o'* unteres Eierstocksband; *u* verdickter Theil des Müller'schen Ganges, Anlage des Uterushornes.

niedriges Epithel oder im Innern deutlich gewundene oder einander parallele quere Zellenstränge zeigt, dieselbe in keiner Weise als männlich zu erkennen ist. In Betreff des Hodens ist der wesentlichste Punkt, die Art und Weise der Entstehung der Samenkanälchen, noch keineswegs festgestellt, und stehen sich in dieser Beziehung zwei Ansichten diametral gegenüber, indem BORNHAUPT und EGLI dieselben von Wucherungen des Peritonealepithels in das Innere des Organes ableiten, WALDEYER dagegen diese Kanäle vom WOLFF'schen Körper aus in die Hodenanlage hineinsprossen lässt. Meinen Erfahrungen zufolge muss ich für einmal die letztere Ansicht für die besser begründete halten, ohne jedoch eine bestimmte Entscheidung abgeben zu können.

Sowie der Hoden dem Baue nach deutlich als solcher erkennbar ist, besitzt er eine deutliche *Albuginea* und ein niedriges Keimepithel.

Eierstock.

Die Entwicklung des Eierstocks anlangend, so kann jetzt als ausgemacht angesehen werden, dass die Eier Abkömmlinge des Keimepithels des embryonalen Ovariums sind, welches mit einzelnen Abschnitten wuchernd in das Innere des Eierstocks eindringt und aus seinen Elementen die Eier liefert. Zweifelhaft ist dagegen die Bildung der GRAAF'schen Follikel. WALDEYER leitet dieselben ebenfalls vom Keimepithel ab und lässt einen Theil der Wucherungen desselben zu Eizellen, einen anderen Theil zu Umhüllungs- oder Follikelzellen sich gestalten. Ich dagegen habe bei jungen Hunden gefunden, dass die Follikelzellen von eigenthümlichen Zellensträngen (Marksträngen) und Kanälen im Innern des Ovariums aus sich bilden, die mit grösster Wahrscheinlichkeit als Sprossen des WOLFF'schen Körpers gedeutet werden dürfen.

§ 50.

Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen.

Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen.

Wir kommen nun zur Schilderung der Entwicklung der Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen und haben hier vor Allem von einem Kanale zu handeln, der einige Zeit nach der Entstehung der Urniere in der ganzen Länge neben dem WOLFF'schen Gange entsteht und gewöhnlich der MÜLLER'sche Gang heisst. Dieser Kanal liegt, wenn vollkommen ausgebildet, erst an der lateralen und dann an der vorderen Seite des WOLFF'schen Ganges vor der Primordialniere und erstreckt sich wie dieser bis ans obere Ende der Drüse (Fig. 288, *m'*). Am unteren Ende der Primordialniere wenden sich die MÜLLER'schen oder Geschlechtsgänge, wie dieselben auch heissen können, an die mediale und dann an die hintere Seite der WOLFF'schen Gänge, kommen

MÜLLER'scher Gang oder Geschlechtsgang.

hierbei nebeneinander zu liegen und münden dicht beisammen unterhalb der Harnblase in den *Sinus urogenitalis* ein. Die Entwicklung dieser Müllfr'schen Gänge, die, wenn sie ganz ausgebildet sind, wie die Wolff'schen Gänge in der Peritonealhülle der Wolff'schen Körper drin liegen, ohne eine abgegrenzte Faserhaut erkennen zu lassen, und von einem cylindrischen, einschichtigen Epithel ausgekleidet sind, ist eine sehr eigenthümliche. Dieselben entstehen nämlich nach der Entdeckung von Bornhaupt beim Hühnerembryo dadurch, dass das Peritonealepithel am vorderen Ende des Wolff'schen Körpers eine trichterförmige Einstülpung bildet, welche mit ihrer Spitze in einer oberflächlichen Falte des Wolff'schen Körpers, der Tubenfalte (Braun), gelegen längs des

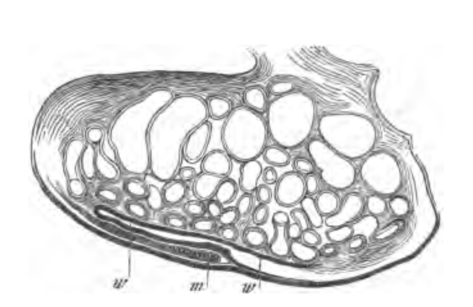


Fig. 289.

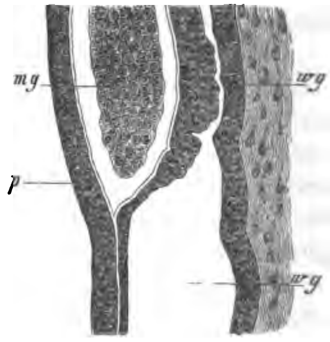


Fig. 290.

Wolff'schen Ganges nach dem Becken zu wuchert und endlich am 8. Tage in die Cloake sich öffnet. An der Mündung des Müller'schen Ganges in die Bauchhöhle ist das Peritonealepithel verdickt und eine ähnliche Verdickung zeigt sich auf der ganzen Leiste, in welcher der Müller'sche Gang liegt, doch lässt sich keine Beziehung dieser Verdickung zur Bildung des Ganges nachweisen, obschon dieselbe schwindet, nachdem der Gang ausgebildet ist. — Diese Beobachtungen haben sich für die Reptilien (Braun) und für die Säuger (Egli, ich) bestätigen lassen, und zeigen die letzteren sehr deutlich (Fig. 289), dass der Müller'sche Gang später an seinem wuchernden unteren Ende solid ist

Fig. 289. Querschnitt des Wolff'schen Körpers eines Kaninchenembryo von 1,7 cm, nicht weit vom unteren Ende, 80 mal vergrössert. *w* Wolff'scher Gang; *m* Ende des Müller'schen Ganges.

Fig. 290. Die Endigungsstelle des Müller'schen Ganges der Fig. 289. 270 mal vergr. *w* Wolff'scher Gang über und an der Endigungsstelle des Müller'schen Ganges *mg* mit einem Lumen von 26 μ bis zu 3,8 μ und einer Wand von 7,6—18,0 μ; *wg'* Wolff'scher Gang unterhalb dieser Stelle 38—41 μ weit.

und in diesem Zustande sich fortbildet. Die MÜLLER'schen Gänge nun sind offenbar eigentlich die Ausführungsgänge der Sexualdrüsen beider Geschlechter, um so auffallender ist es, dass dieselben nur beim weiblichen Geschlechte wirklich zu dieser Function sich ausbilden, während sie beim männlichen Geschlechte fast spurlos vergehen und ihre Rolle von den Urnierengängen oder den WOLFF'schen Kanälen übernommen wird.

Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen beim männlichen Geschlechte.

Betrachten wir nun zuerst das männliche Geschlecht als dasjenige, welches, wenn man so sagen darf, mit einfacherem Material seine ausführenden Theile erzeugt. Der MÜLLER'sche Gang ist hier bei Thieren zur Zeit, wo die Geschlechtsöffnung schon ganz deutlich ausgeprägt ist, anfangs noch vorhanden (Fig. 288). Bald aber schwinden die MÜLLER'schen Gänge von oben nach unten und erhält sich von denselben entweder gar nichts, wie ich beim Kaninchen finde, oder nur das unterste Stück, welches zu dem sogenannten *Uterus masculinus* (der *Vesicula prostatica* des Menschen) sich gestaltet. Mit Bezug auf diesen Ueberrest der eigentlichen Geschlechtsgänge der männlichen Geschöpfe ist zweierlei hervorzuheben und zwar fürs erste die Verschmelzung, welche die MÜLLER-schen Gänge an ihrem untersten Ende erleiden, so dass sie später nur mit Einer Oeffnung in den *Sinus urogenitalis* einmünden. So waren bei dem in der Fig. 288 dargestellten männlichen Rindsembryo die MÜLLER-schen Gänge unten ganz und gar zu einem *Uterus masculinus* verschmolzen (Fig. 291), während ihr oberer Theil schon den Beginn der Atrophie zeigte, welcher derselbe endlich erliegt. Der Ueberrest der MÜLLER'schen Gänge beim männlichen Geschlechte zeigt zweitens eine sehr verschiedene Ausbildung bei verschiedenen Gattungen. Während nämlich diese Gänge beim Kaninchen ganz vergehen und beim Menschen nur in der rudimentärsten Form sich zeigen, finden sie sich, wie namentlich E. H. WEBER's Untersuchungen gelehrt haben, bei anderen Geschöpfen, wie z. B. bei Carnivoren, Wiederkäuern u. a., als grössere, am Grunde der Blase mehr weniger weit hinaufreichende Bildungen, die selbst in der Gestalt den Theilen ähnlich sind, denen sie beim weiblichen Thiere entsprechen, nämlich der Scheide und dem *Uterus*, und z. B. mit zwei Ausläufern analog den Uterushörnern getroffen werden. Allein auch bei der grössten Ausbildung spielen diese Reste der MÜLLER'schen Gänge keine wesentliche Rolle und geht der Samenleiter aus dem WOLFF'schen Körper und seinem Gange hervor. Bei menschlichen Embryonen leitet sich die Verbindung der WOLFF'schen Gänge mit dem Hoden im dritten Monate ein und zwar in der Art, dass eine gewisse Zahl der oberen Kanälchen der Urniere sich mit dem Hoden vereinigen und zum Kopfe des Nebenhodens, d. h. zu den *Coni vasculosi*, gestalten, während die

Uterus masculinus.

unteren durch Atrophie verloren gehen; doch bilden sich diese Verhältnisse keineswegs rasch aus. Bei Embryonen der elften bis zwölften Woche nämlich enthält der Kopf des Nebenhodens nur gerade Kanäle von 36—45 μ Durchmesser, und findet sich von dem Körper und der *Cauda* der *Epididymis* noch keine Spur, vielmehr kommt vom Nebenhodenkopfe, gerade wie früher von der Urniere, ein gerader Kanal von 0,45 mm Breite, der das *Vas deferens* und den Nebenhodenkanal zugleich darstellt. Um dieselbe Zeit sah ich auch noch einen ganz deutlichen Rest der Urniere mit gefässhaltigen MALPIGHI'schen Körperchen zwischen dem Samenleiter und Hoden, der jedoch seine Verbindung mit dem ersteren aufgegeben hatte und auch mit dem Hoden nicht zusammenhing. Die weiteren Veränderungen habe ich nicht im Zusammenhange verfolgt und kann ich nur soviel sagen, dass im vierten und fünften Monate an den mit dem Hoden verbundenen Kanälchen der Urniere die Windungen sich ausbilden, durch welche dieselben zu den *Coni vasculosi* sich gestalten, sowie dass in dieser Zeit auch der übrige Theil des Nebenhodens sich anlegt. Die Zahl der mit dem Hoden sich vereinigenden Kanäle der Urniere ist übrigens sehr wechselnd, da, wie bekannt, die Zahl der *Coni vasculosi* nichts weniger als beständig ist, und ebenso scheint auch das Schicksal der übrigen Kanälchen der Urniere mannigfachen Abänderungen ausgesetzt zu sein. Mit Recht deutet KOBELT (Der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg 1847) die *Vasa aberrantia* des Nebenhodens als nicht untergegangene Kanälchen der Urniere, die jedoch keine Verbindung mit der Geschlechtsdrüse eingegangen sind, und schreibt dieselbe Bedeutung auch gewissen nicht beständigen gestielten Cysten am Kopfe des Nebenhodens zu, die auch in Gestalt von *Vasa aberrantia* vorkommen, mit welchen jedoch die bekannte ungestielte MORGAGNI'sche Cyste an derselben Stelle nicht zu verwechseln ist, die von demselben Autor als ein Rest des obersten Endes des MÜLLER'schen Ganges aufgefasst wird. Von Neueren deutet FLEISCHL die ungestielte Cyste als ein rudimentäres *Ovarium masculinum* und WALDEYER als Homologon der *Pars infundibuliformis tubae*, weil auf derselben, wie FLEISCHL gefunden und ich bestätigen kann, Flimmerepithel vorkomme und dieselbe oft wie ein *Ostium abdominale tubae* im Kleinen darstelle. Was mich betrifft, so möchte ich mich mit Hinsicht auf alle Cysten am Kopfe des Hodens der Zurückhaltung von ROTH anschliessen und ohne genaue embryologische Nachweise, die bisher fehlen, eine Deutung der fraglichen Cysten nicht vornehmen. — Ein ganz selbständiger Rest des WOLFF'schen Körpers ist unzweifelhaft das Organ von GIRALDÈS am oberen Ende des Hodens (s. mein Handbuch der Gewebel. 5. Aufl. S. 537).

Alles zusammengenommen ergiebt sich mithin, dass der Kopf des Nebenhodens aus der Urniere selbst, der übrige Theil des Nebenhodens und der Samenleiter aus dem WOLFF'schen Gange hervorgehen, während der MÜLLER'sche Gang bis auf den *Uterus masculinus* vergeht.

Bei männlichen Hühnerembryonen schwindet nach BORNHAUPT der MÜLLER'sche Gang nach dem 12. Tage vollständig, nachdem er vom 6. bis zum 11. Tage in guter Entwicklung vorhanden war.

Mit Bezug auf den Samenleiter ist nun noch ein Punkt hervorzuheben, der zuerst durch THIERSCH (Illustr. med. Zeitschrift 1852. S. 12) Berücksichtigung gefunden hat. Die Urnierengänge, aus denen dieselben sich hervorbilden, laufen bei männlichen Embryonen gesondert bis an den Eingang des Beckens, hier jedoch vereinigen sich dieselben hinter der Blase mit ihren starken bindegewebigen Umhüllungen zu einem einzigen Strange, den man mit THIERSCH Genitalstrang heissen kann, und mit ihnen fliessen zugleich auch die MÜLLER'schen Gänge zusammen, so dass zu einer gewissen Zeit der männliche Genitalstrang vier Kanäle enthält. Dann verschwinden die MÜLLER'schen Gänge im oberen Ende des Genitalstranges und fliessen im unteren Theile desselben zum *Uterus masculinus* zusammen, und während dies geschieht, weiten sich die Urnierengänge, die immer getrennt bleiben, aus und stellen nun die *Vasa deferentia* dar. Diese sind jedoch anfangs nicht von einander gesondert, sondern stellen zwei in dem einfachen Genitalstrange enthaltene Epithelialröhren dar, wie dies die Fig. 291 von dem in der Fig. 288 dargestellten männlichen Rindsembryo zeigt. Erst später scheiden sich diese Röhren, stärker wachsend, nach und nach in zwei besondere Gänge, indem jedes Epithelialrohr sich einen Theil des ursprünglichen Genitalstranges aneignet. Diese Entwicklung der Samenleiter ist deswegen bemerkenswerth, weil sie, wie später gezeigt werden wird, eine ursprüngliche Uebereinstimmung in dem Verhalten der Ausführungsgänge der Urnieren und der MÜLLER'schen Gänge bei beiden Geschlechtern darthut, denn auch beim weiblichen Geschlechte findet sich ein Genitalstrang von demselben

Genitalstrang.

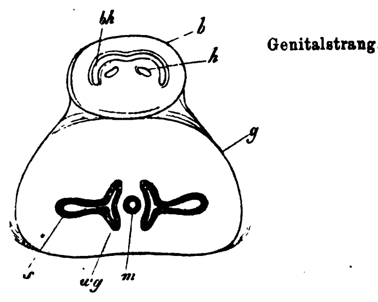


Fig. 291.

Fig. 291. Querschnitt durch den unteren Theil des Genitalstranges und Blase des männlichen Rindsembryo der Fig. 288, etwa 18 mal vergr. *b* Harnblase; *bh* halbmondförmiges Lumen derselben; *h* die zwei in einem Vorsprunge der hinteren Blasenwand enthaltenen Harnleiter; *g* Genitalstrang; *m* MÜLLER'sche Gänge verschmolzen (*Uterus masculinus*); *wg* Urnierengänge oder Samenleiter; *s* Samenblase.

Baue, allein hier theilt sich derselbe nur in den seltensten Fällen (bei Thieren mit doppeltem Uterus und doppelter Scheide) in zwei Stränge, sondern bleibt meist einfach bestehen, so jedoch, dass in ihm allerdings nicht die Urnierengänge, sondern gerade umgekehrt die MÜLLER'schen Kanäle sich erhalten. — Die Samenbläschen sind einfach Auswüchse der untersten Enden der Samenleiter. Dieselben bilden sich im dritten Monate und sind noch am Ende desselben einfache birnförmige hohle Anhänge des Samenleiters von kaum mehr als 1 mm Länge (Fig. 291 vom Rinde).

Samenbläschen.

Bildung der Ausführungsgänge beim weiblichen Geschlechte.

Der weibliche Geschlechtsapparat charakterisirt sich gegenüber dem männlichen bei der Bildung der Ausführungsgänge dadurch, dass bei ihm die Urniere keine weitere Bedeutung erlangt, sondern mit Ausnahme eines kleinen Restes schwindet, der zum Theil als ROSENMÜLLER'sches Organ schon lange beim Neugeborenen bekannt ist und von KOBELT auch beim erwachsenen Weibe als beständig und als Analogon des Nebenhodens nachgewiesen und mit dem Namen des Nebeneierstocks bezeichnet wurde. Was die Urnierengänge anlangt, so erhalten sich dieselben bei gewissen weiblichen Säugethieren (Schweinen, Wiederkäuern) und heissen die GARTNER'schen Gänge, deren Bedeutung zuerst von JACOBSON (Die OKEN'schen Körper oder die Primordialnieren. Kopenhagen 1830) und später auch von KOBELT nachgewiesen wurde. Beim Menschen habe ich schon früher (1. Aufl. m. Entw. S. 447) noch bei reifen Embryonen deutliche Reste der Urnierengänge im *Lig. latum* gefunden, und nun hat BEIGEL bei älteren Embryonen auch in der Wand des Uterus die WOLFF'schen Gänge entdeckt (*l. i. c.*). Die BEIGEL'schen Präparate habe ich selbst gesehen und kann ich bestätigen, dass beim 7monatlichen Embryo die WOLFF'schen Gänge als kleine Epithelialröhren seitlich und etwas nach vorn in den oberflächlichen Schichten der dicken Wand des Uterus ihre Lage haben. Wie weit dieselben nach unten gehen und wie sie enden, war an den mir vorgelegten Objecten, von denen die Fig. 292 eines wiedergiebt, nicht zu sehen und wird es überhaupt einer genauen und mühsamen Untersuchung bedürfen, um zu ermitteln, wann und wie die Gänge schwinden. Denn so viel ist wohl sicher, dass dieselben später keine weitere Rolle spielen.

Nebeneierstock.

GARTNER'sche Gänge.

Geht so der eigentlichen Urniere beim weiblichen Geschlechte jede Beziehung zur Geschlechtssphäre ab, so treten dagegen die MÜLLER'schen Gänge in ihr Recht ein und entwickeln sich zur Scheide, dem Uterus und den Eileitern. *Tuba* wird der Theil dieser Gänge, der am WOLFF'schen Körper seine Lage hat, bis zu dem Punkte, wo das *Ligamentum uteri rotundum* an den ursprünglichen Urnierengang sich ansetzt, und sind die Veränderungen, die dieser Abschnitt, abgesehen von der

Eileiter.

Grössenzunahme und den noch zu besprechenden Lageveränderungen, erfährt, einfach die, dass aus der primitiven Mündung am oberen Ende des Kanales, die erst glattrandig ist, allmälig das gefranste *Ostium abdominale* sich hervorbildet.

Entwicklung des Uterus und der Scheide.

Die Art und Weise, wie der Uterus und die Scheide sich entwickeln, ist folgende. Die Ausführungsgänge der Urnieren und die Müller'schen Gänge verbinden sich mit ihren unteren Enden von ihrer Einmündung in den *Sinus urogenitalis* an miteinander zu einem rundlich viereckigen Strange, dem Genitalstrange, in welchem vorn die beiden *Lumina* der Urnierengänge und hinten die der Müller'schen Kanäle sich finden. Beim weiblichen Embryo nun verschmelzen die Müller'schen Gänge in einen einzigen Kanal und dieser gestaltet sich dann im Laufe der Entwicklung zur Scheide und zum Körper des Uterus,

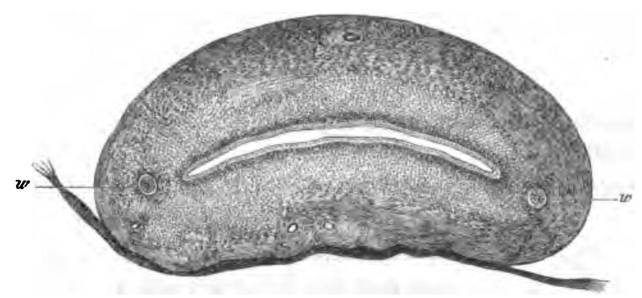


Fig. 292.

während die Hörner desselben aus den nicht im Genitalstrange eingeschlossenen benachbarten Theilen der Müller'schen Gänge entstehen. Die Fig. 293 zeigt vom Rinde den Beginn dieser Vorgänge, und stellt sich als sehr bemerkenswerth heraus, dass die Müller'schen Gänge in der Mitte des Genitalstranges zuerst verschmelzen, an beiden Enden desselben dagegen noch längere Zeit doppelt bleiben, ein Verhalten, das nun auch das Vorkommen von einem einfachen Uterus mit doppelter Scheide in pathologischen Fällen beim Menschen, sowie von einem einfachen *Uterus masculinus* mit zwei Oeffnungen (Delphin) oder mit einer Scheidewand im unteren Theile (Esel) begreiflich macht. Bei älteren Embryonen findet man die Müller'schen Gänge auch oben und unten verschmolzen und in einen einzigen weiteren Genitalkanal, die Anlage der Scheide und des Körpers des Uterus umgewandelt, welche jetzt

Fig. 292. Querschnitt durch den Uterus eines 7monatlichen menschlichen Embryo (vergr. Ocul. III, Syst. 4 v. Hartnack) nach einer von C. Beigel erhaltenen Zeichnung. *ww* Wolff'sche (Gartner'sche) Gänge.

auch die Wand des Genitalstranges sich ganz angeeignet hat, jedoch immer noch die verkümmerten ganz kleinen Epithelialröhren der früheren Urnierengänge, die jetzt schon die GARTNER'schen Kanäle heissen

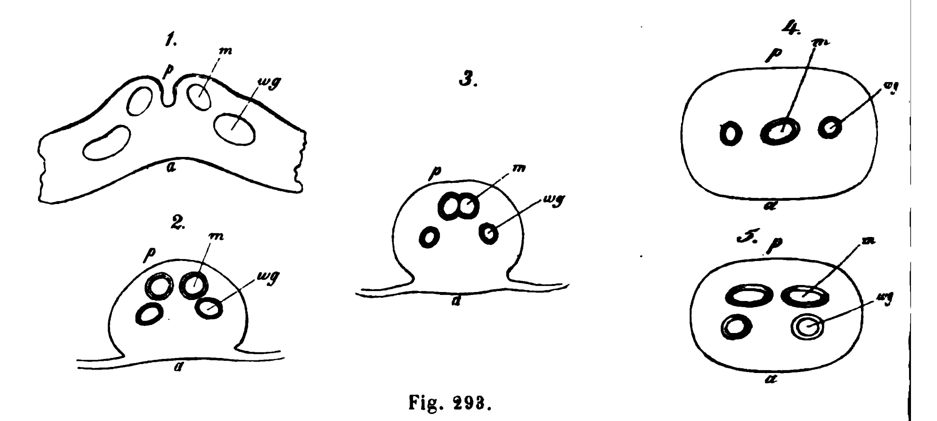


Fig. 293.

können, als ganz untergeordnete Theile mitten in seiner vorderen Wand zeigt (Fig. 294).

So viel von den Säugethieren. Was nun den Menschen anlangt, so hat DOHRN bei einem Embryo von 2,5 cm Länge die MÜLLER'schen Gänge so weit genähert gefunden, dass ihre Epithelien sich berührten, und bei einem 3 cm langen Embryo war die Verschmelzung schon nahezu vollständig. Somit fällt hier die Vereinigung der Geschlechtsgänge auf das Ende des 2. Monates. Diesem zufolge ist wohl nicht zu bezweifeln, dass die Vorgänge hier ebenso wie bei den Thieren ablaufen, und ist nur zu bemerken, dass der Uterus anfänglich, im 3. Monate, zweihörnig ist und nur ganz allmälig durch Verschmelzung der *Cornua* in ein einfaches Organ sich umwandelt.

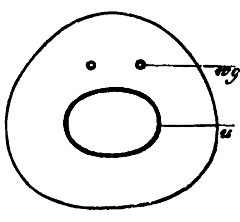


Fig. 294.

Fig. 293. Querschnitt durch den Genitalstrang des älteren weiblichen Rindsembryo der Fig. 288, 14 mal vergr. 1. Vom oberen Ende des Stranges mit etwas schief getroffenen Gängen; 2. etwas weiter unten; 3. 4. von der Mitte des Stranges mit verschmelzenden und verschmolzenen MÜLLER'schen Gängen; 5. vom unteren Ende desselben mit doppelten MÜLLER'schen Gängen; *a* vordere, *p* hintere Seite des *Genitalstranges*; *m* MÜLLER'scher Gang; *wg* WOLFF'scher Gang.

Fig. 294. Querschnitt durch den 1,31 mm breiten, 1,22 mm dicken Genitalstrang eines weiblichen Rindsembryo von 3″ 4‴, 22 mal vergr. *u* Uterus (verschmolzene MÜLLER'sche Gänge) 0,61 mm breit, 0,45 mm tief; *wg* GARTNER'sche (WOLFF'sche) Gänge, 28 μ breit

Sinus urogenitalis.

Die MÜLLER'schen Gänge münden, wie wir schon früher angaben, anfänglich in den untersten Theil der Harnblase ein und zwar unmittelbar vor den WOLFF'schen Gängen und ziemlich in einer Linie mit denselben, während die Harnleiter höher oben sich ansetzen. Das letzte Stück der Harnblase von der Einmündung der genannten Urnieren- und Geschlechtsgänge an, das seit J. MÜLLER mit dem Namen des *Sinus urogenitalis* bezeichnet wird, verkürzt sich nun im Laufe der Entwicklung immer mehr, während zugleich die angrenzenden Theile des Harnapparates zur *Urethra* und die MÜLLER'schen Gänge zur Scheide und zum Uterus sich ausbilden, und so wird es dann zu Wege gebracht, dass am Ende Harn- und weiblicher Geschlechtsapparat nur an den allerletzten Enden in dem sogenannten Vorhofe der Scheide mit einander verbunden sind. Die besagte Verkürzung ist übrigens nur als eine scheinbare aufzufassen und kommt dadurch zu Stande, dass der ursprüngliche *Sinus urogenitalis* weniger wächst als die übrigen Theile und so am Ende nur als ein ganz kurzer Raum erscheint. Dass dem wirklich so ist, lässt sich für den Menschen leicht beweisen. Bei einem dreimonatlichen menschlichen Embryo (Fig. 295, 1) misst der *Sinus urogenitalis* 2,3 mm in der Länge und erscheint als ein weiterer, die Harnblase und Harnröhre — die übrigens jetzt noch nicht als ein besonderer Theil zu unterscheiden ist — unmittelbar fortsetzender Kanal, in dessen Anfang die engere Scheide, die sammt Uterus nur 3 mm lang ist, auf einer kleinen Erhöhung ausmündet. Beim vier Monate alten Embryo (Fig. 295, 2) ist das Verhalten der beiden Kanäle zu einander noch ganz dasselbe, Uterus und Scheide messen aber nun schon 6 mm, während der *Sinus urogenitalis* sich kaum vergrössert hat und nicht mehr als 2,5 mm beträgt. Im fünften und sechsten Monate erst ändert sich das Verhältniss der Kanäle zu einander, die Scheide wird weiter, und erscheint von nun an der *Sinus urogenitalis* als directe Verlängerung derselben, und die Harnröhre, die mittlerweile auch von der Blase sich abgegrenzt hat, als ein in die *Vagina* einmündender Kanal. Im sechsten Monate (Fig. 295, 3) beträgt der *Sinus urogenitalis*, der nun schon *Vestibulum vaginae* heissen

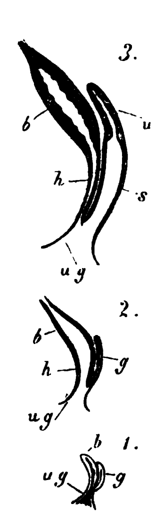


Fig. 295.

Fig. 295. *Sinus urogenitalis* und *Annexa* von menschlichen Embryonen in natürlicher Grösse. 1. Von einem dreimonatlichen, 2. von einem viermonatlichen, 3. von einem sechs Monate alten Embryo. *b* Blase; *h* Harnröhre; *ug Sinus urogenitalis*; *g* Genitalkanal, Anlage von Scheide und Uterus; *s* Scheide; *u* Uterus.

kann, nur 3,5 mm, während die *Vagina* schon 11 mm und der Uterus 7 mm misst. Diese Zahlen genügen, um zu zeigen, dass der ursprüngliche *Sinus urogenitalis* nicht nur nicht schwindet, sondern sogar auch mit wächst, da aber die Scheide und der untere Theil der primitiven Harnblase, die zur Harnröhre wird, viel stärker wachsen, so erscheint derselbe später als ein untergeordneter Theil. Da ferner die Scheide später mehr sich ausweitet als die Harnröhre, so wird der *Sinus urogenitalis*, der anfänglich die unmittelbare Fortsetzung der Harnblase war, zuletzt wie zum Ende der Scheide, in das die Harnröhre einmündet.

Uterus; Vagina.

Uterus und Scheide bilden, wie aus der vorhin gegebenen Entwicklungsgeschichte klar geworden sein wird, ursprünglich nur Einen Kanal und sieht man beim Menschen im dritten und vierten Monat keine Spur einer Trennung in demselben (Fig. 295, 1. 2). Erst im fünften und deutlicher im sechsten Monate beginnt der Uterus sich abzugrenzen, dadurch, dass an der Stelle des späteren *Orificium externum* ein leichter ringförmiger Wulst entsteht (Fig. 295, 3), der dann nach und nach in den letzten Monaten der Schwangerschaft zur Vaginalportion sich gestaltet. Von der Scheide ist weiter nichts zu bemerken, als dass dieselbe in der Mitte der Schwangerschaft, um welche Zeit auch ihre Runzeln auftreten, unverhältnissmässig weit ist, sowie dass das Hymen nichts anderes ist als eine Umbildung des ursprünglichen Wulstes, mit dem der Kanal in den *Sinus urogenitalis* hineinragt; mit andern Worten, das Hymen ist der in das *Vestibulum vaginae* vortretende unterste Theil der Wand der Scheide, die nach vorn in der Regel schmäler ist als an der entgegengesetzten Seite. Was den Uterus anlangt, so hat derselbe noch im fünften Monate Wände, die kaum dicker sind als die der Scheide, doch erscheinen schon in diesem Monate nach DOHRN Querfalten, die offenbar die des *Cervix* sind. Im sechsten Monate beginnen die Wandungen des Uterus vom *Cervix* aus sich zu verdicken und diese Zunahme schreitet dann bis zum Ende der Schwangerschaft fort, so jedoch, dass, wie längst bekannt, um diese Zeit der *Cervix*, der etwa $^2/_3$ der Länge des ganzen Organes ausmacht, viel dicker ist, als der Körper und der Grund.

Hymen.

§ 51.

Descensus ovariorum et testiculorum. Aeussere Geschlechtsorgane.

Allgemeines über den *Descensus* der Geschlechtsdrüsen.

Wir haben nun noch eines Phänomens zu gedenken, das beim männlichen Geschlechte viel ausgeprägter sich findet, als beim weiblichen, nämlich der Lageveränderung der Geschlechtsdrüse oder

des Herabsteigens der Hoden und Eierstöcke, *Descensus ovariorum et testiculorum*. Hoden und Eierstöcke liegen anfangs in der Bauchhöhle an der vorderen und medialen Seite der Urnieren neben den Lendenwirbeln (Fig. 288), und verlaufen um diese Zeit auch ihre Gefässe einfach quer von der *Aorta* aus und zur *Vena cava* herüber. Im weiteren Verlaufe nun rücken die Hoden, die wir für einmal allein ins Auge fassen wollen, allmälig abwärts, so dass sie im dritten Monate schon die Stellung einnehmen, die die Fig. 296 zeigt. Für die weitere Schilderung des *Descensus* ist es nun nöthig, zunächst von zwei besonderen Gebilden zu handeln, die zum Theil schon besprochen wurden, nämlich dem *Gubernaculum Hunteri* und dem *Processus vaginalis peritonei*. Das *Gubernaculum Hunteri* ist ein Gebilde, das ursprünglich dem Wolff'schen Körper angehört (s. Fig. 288) und als Leistenband desselben von seinem Ausführungsgange gerade abwärts zur Leistengegend sich erstreckt. So wie der Hoden entstanden und etwas mehr entwickelt ist, besitzt derselbe, wie schon oben angegeben wurde, einen Bauchfellüberzug und ein niedriges Gekröse, *Mesorchium*, und von diesem aus zieht sich dann eine Verlängerung theils aufwärts (Fig. 288), theils abwärts bis zu der Stelle des Urnierenganges, an die sein Leistenband sich anheftet. Mit dem Schwinden und der Metamorphose des Wolff'schen Körpers und dem Grösserwerden des Hodens schwinden die beiden Falten des Hodens und kommt derselbe dicht an den Wolff-schen Gang, jetzt das *Vas deferens*, zu liegen, und von diesem Momente an erscheint das Leistenband der Urniere als ein zum männlichen Geschlechtsapparate gehöriger Theil und heisst jetzt *Gubernaculum Hunteri*.

Gubernaculum Hunteri sive testis.

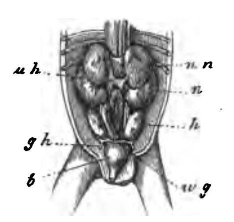


Fig. 296.

Untersucht man nun dasselbe im dritten, sowie im vierten und fünften Monate genauer, so ergiebt sich, dass dasselbe einmal aus einem faserigen Strange, dem eigentlichen *Gubernaculum*, und zweitens aus einer dasselbe von vorn und von den Seiten her umgebenden Bauchfellfalte besteht, für die eine besondere Bezeichnung nicht nöthig ist. Beide diese Theile gehen bis zur Leistengegend herab und verlieren sich hier in dem sogenannten Scheidenfortsatze des Bauchfelles, *Processus vaginalis peritonei*. Dieser ist nichts anderes als eine Ausstülpung des Bauchfelles,

Processus vaginalis peritonei.

Fig. 296. Harn- und Geschlechtsorgane eines männlichen Embryo von drei Monaten in natürlicher Grösse. *nn* Nebennieren; *uh Cava inferior; n* Niere; *h* Hoden; *gh Gubernaculum Hunteri; b* Harnblase. Ausserdem sind der Mastdarm, die Ureteren und Samenleiter (*wg*) zu sehen. Hinter dem Mastdarme und zwischen den Nieren und Hoden ist eine längliche Masse, durch welche die *Art. mesenterica inferior* hervorkommt, die vielleicht zum *Sympathicus* gehört.

welche schon im Anfange des dritten Monates ganz selbständig entsteht und allmälig zu einem die Bauchwand durchsetzenden und bis ins *Scrotum* sich erstreckenden Peritonealkanale sich gestaltet. Durch die Entwicklung dieser Ausstülpung des Bauchfelles wird somit vor dem Durchtritte des Hodens der Leistenkanal gebildet und gleichzeitig entwickelt sich auch das scheinbar im *Processus vaginalis*, aber doch ausserhalb seiner Bauchfellauskleidung gelegene Hunter'sche Leitband bis ins *Scrotum* herab, wo seine Fasern sich verlieren. Sind die Theile so vorgebildet, so rückt nun der Hoden mit seinem Bauchfellüberzuge bis an den Eingang des *Processus vaginalis*, in den er früher oder später, meist im siebenten Monate einzutreten beginnt, worauf er dann, allmälig in demselben vorrückend, bald ganz in ihm sich verliert, um endlich aus dem Leistenkanale, in dem er zuerst seine Lage hat, in das *Scrotum* herabzusteigen. Da nun, wie schon bemerkt, der Hoden seinen Bauchfellüberzug schon in den Scheidenkanal mitbringt, so erscheint letzterer, sobald der Hoden ins *Scrotum* herabgestiegen ist, in demselben Verhältnisse zu ihm wie beim Erwachsenen die freie Lamelle der *Vaginalis propria*, während die ursprüngliche Bauchfellbekleidung der Drüse die *Tunica adnata* darstellt, wie aus nebenstehendem Schema Fig. 297 hinreichend deutlich werden wird. Dasselbe lehrt zugleich auch, dass die Höhle der *Vaginalis propria* unmittelbar nach vollendetem *Descensus* durch einen Kanal, der immer noch der Scheidenkanal heissen kann, mit der Bauchhöhle in Verbindung steht. Die Zeit der Vollendung des *Descensus* ist eine verschiedene, doch findet man in der Regel noch vor dem Ende des Embryonallebens beide Hoden im *Scrotum*, in anderen Fällen vollendet sich der *Descensus* erst nach der Geburt. Nicht selten ist es, dass beide Seiten etwelche Verschiedenheiten zeigen, und in Ausnahmefällen bleibt der eine oder der andere Hoden im Leistenkanale oder selbst in der Bauchhöhle stehen, welcher letztere Zustand als *Kryptorchidismus* bezeichnet wird. Sind die Hoden regelrecht herabgestiegen, so findet man bei Neugeborenen den Scheidenkanal noch offen, doch schliesst sich derselbe bald nach der Geburt, wobei jedoch ebenfalls sehr häufig Unregel-

Vaginalis propria.

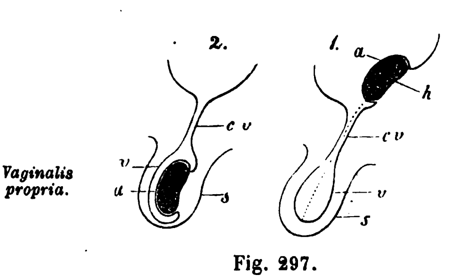


Fig. 297.

Fig. 297. Schema zur Erläuterung des *Descensus testiculorum*. 1. Der Hoden am Eingange des Leistenkanales; 2. der Hoden im *Scrotum*; *h* Hoden; *a* Peritonealüberzug desselben, später *Adnata testis*; *cv* Scheidenkanal mit der Erweiterung *v* im *Scrotum s*, die später äussere Lamelle der *Vaginalis propria* wird.

mässigkeiten sich ergeben, so dass der Kanal auf grössere oder kleinere Strecken, in seltenen Fällen selbst ganz sich offen erhält. Schliesst sich derselbe regelrecht, so bleibt nicht selten ein Strang, das sogenannte *Ligamentum vaginale*, als Rest zurück.

Dem Bemerkten zufolge ist somit die *Vaginalis propria* ursprünglich ein Theil des Bauchfells, jedoch in ihren beiden Lamellen von etwas verschiedener Herkunft. Die *Vaginalis communis* rührt, wie es scheint, vorzüglich von der *Fascia superficialis abdominis* her, die bei der Bildung des Scheidenfortsatzes des Bauchfelles mit sich auszieht und mit welcher auch einige Fasern der platten Bauchmuskeln herauswuchern, die dann den *Cremaster* bilden. Eine Beziehung des *Gubernaculum Hunteri* zur Bildung der letzteren Hülle, die einige annehmen, kann ich nicht zugeben, dagegen glaube ich, dass die von mir beschriebene sogenannte innere Muskelhaut des Hodens zwischen *Communis* und *Propria* der Rest dieses Bandes ist, dessen physiologische Bedeutung nichts weniger als klar ist.

Vaginalis communis.

Cremaster.

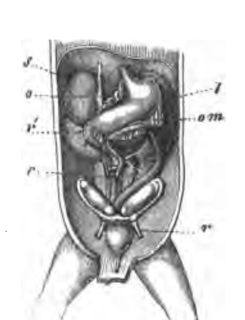


Fig. 298.

Der *Descensus ovariorum* ist zwar viel weniger ausgeprägt als derjenige der Hoden, aber doch für den aufmerksamen Beobachter nicht zu übersehen. Auch die Eierstöcke liegen anfänglich an derselben Stelle, wo die Hoden (Fig. 288), und besitzen dieselben Beziehungen zum Bauchfelle. Namentlich findet sich auch hier schon zur Blüthezeit der WOLFF'schen Körper am Urnierengange ein dem *Gubernaculum Hunteri* entsprechender Strang (das oben beschriebene Leistenband der Urniere), der später zum *Ligamentum uteri rotundum* wird. Mit dem Vergehen der WOLFF'schen Körper nun rücken die Eierstöcke ebenfalls gegen die Leistengegend herab, indem sie zugleich schief sich stellen, und wird hierbei die Bauchfellbekleidung der Urnieren zum *Lig. uteri latum* oder eigentlich zuerst nur zum Fledermausflügel, während der vorhin erwähnte Strang vom Urnierengange, der schwindet, an den MÜLLER'schen Gang zu liegen kommt Hier sitzt derselbe gerade an der Stelle, wo die Tuba in den Uterus übergeht, und dies ist auch der Ort, von dem später das *Ligamentum rotundum* ausgeht. Dieses Band zeigt beim Weibe dieselben Beziehungen zum Leistenkanale wie beim Manne, und bildet

Descensus ovariorum.

Ligamentum uteri rotundum.

Fig. 298. Ein Theil der Baucheingeweide eines dreimonatlichen weiblichen menschlichen Embryo, vergr. *s* Nebenniere; *o* kleines Netz; *r'* Niere; *l* Milz; *om* grosses Netz; *c Coecum; r Lig. uteri rotundum.* Ausserdem sieht man Blase, *Urachus, Ovarium, Tuba,* Uterusanlage, Magen, *Duodenum, Colon.*

sich bemerkenswerther Weise auch hier ein *Processus vaginalis* (der auch der Kanal von Nuck heisst), der dann aber später spurlos schwindet, während bekanntlich das *Ligamentum uteri rotundum* in seiner Lage sich erhält, die der ursprünglichen des *Gubernaculum Hunteri* vollkommen entspricht. Um wieder auf die Eierstöcke zurück zu kommen, so bemerke ich noch, dass dieselben in sehr seltenen Fällen, ebenso wie die Hoden, in den Leistenkanal treten und selbst bis in die grossen Schamlippen herausrücken können, womit dann, da diese dem *Scrotum* entsprechen, eine vollkommene Uebereinstimmung beider Geschlechter hergestellt ist. In Betreff der den Descensus der Hoden bewirkenden Momente verweise ich auf m. Entwicklg. 2. Aufl. S. 996 und bemerke hier nur so viel, dass derselbe unter Mithülfe des *Gubernaculum testis* wesentlich durch ein verschiedenes Wachsthum der über und unter den Hoden gelegenen Theile bewirkt wird.

Entwicklung der äusseren Genitalien.

Zum Schlusse schildere ich nun noch die Entwicklung der äusseren Genitalien, bei welcher Gelegenheit wir auf eine sehr frühe Periode zurückzugehen haben. In der vierten Woche (s. Figg. 259, 299, 1) bemerkt man nahe am hinteren Leibesende eine einfache Oeffnung, welche die gemeinsame Mündung des Darmes und des *Urachus* oder der späteren Harnblase darstellt, in welche auch die Urnierengänge einmünden, und die aus diesem Grunde als Cloakenmündung bezeichnet wird, indem der letzte Abschnitt des Darmes nach der Vereinigung mit dem *Urachus* die Cloake heisst. Noch bevor eine Trennung dieser einfachen Oeffnung in zwei, die Aftermündung und die Harngeschlechtsöffnung eintritt, erheben sich ungefähr in der sechsten Woche vor derselben ein einfacher Wulst, der Geschlechtshöcker und bald auch zwei seitliche Falten, die Geschlechtsfalten. Gegen das Ende des zweiten Monates tritt der Höcker mehr hervor und zeigt sich an seiner unteren Seite eine zur Cloakenmündung verlaufende Furche, die Geschlechtsfurche. Im dritten Monate prägen sich alle diese Theile besser aus und erscheint der Höcker nun schon deutlich als das spätere Geschlechtsglied, und ungefähr in der Mitte dieses Monates scheidet sich auch die Cloakenmündung in die zwei vorhin genannten Oeffnungen durch einen Vorgang, der noch nicht genau ermittelt ist. Nach Rathke (Abhdl. z. Entw. I. S. 57) kommt die Trennung dadurch zu Stande, dass einmal an der Seitenwand der Cloake zwei Falten entstehen, die immer mehr vortreten, und zweitens auch die Stelle, wo der Mastdarm und der *Urachus* zusammenstossen, vorwächst, bis endlich diese drei Theile sich vereinigen und so eine Scheidewand zwischen den betreffenden beiden Kanälen bilden. Bei Kaninchen bedingt, wie es scheint, das Vortreten der oben (S. 328) sogenannten Peritonealfalte

Margin notes: Cloake. — Geschlechtshöcker. — Geschlechtsfalten. — Geschlechtsfurche.

(Fig. 247, r) die Trennung der Cloake, was nicht nothwendig auch für den Menschen gilt. Sei dem wie ihm wolle, so ist so viel sicher, dass unmittelbar nach der Trennung die beiden Kanäle noch ganz dicht beisammen liegen, bald aber, im vierten Monate, eine dickere Zwischenwand zwischen ihnen sich entwickelt, womit dann die Bildung des Darmes gegeben ist.

Männliche äussere Geschlechtstheile.

Die weitere Ausbildung der äusseren Geschlechtstheile verfolgen wir nun bei beiden Geschlechtern für sich. Beim männlichen Embryo wandelt sich der Genitalhöcker in den *Penis* um, an dem schon im dritten Monate vorn eine kleine Anschwellung, die *Glans*, sich bildet, und in der ersten Hälfte des vierten Monates die Genitalfurche verwächst. Um dieselbe Zeit vereinigen sich auch die beiden Genitalfalten zur Bildung des *Scrotum* (Fig. 300, 2). Eine Naht, die *Raphe scroti et penis*, die anfänglich ungemein deutlich ist, und von der Spitze des Gliedes bis zur Anusöffnung verläuft, deutet die Stelle der Verschliessung der Geschlechtsfurche an, und scheint mir das Vorkommen dieser Naht am Damme besonders auch für die oben erwähnte Ansicht von RATHKE zu sprechen, in welchem Falle die Ränder der Genitalfurche als Fort-

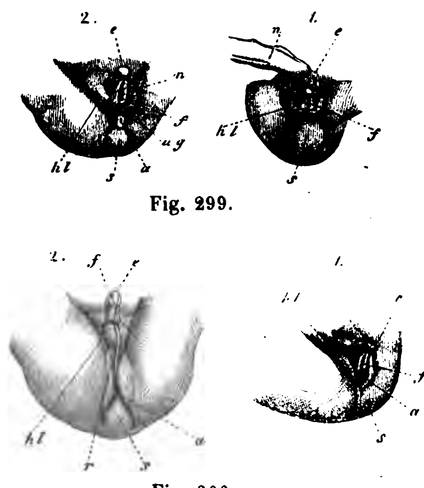


Fig. 299.

Fig. 300.

Fig. 299. Zur Bildung der äusseren Genitalien des Menschen, nach ECKER. 1. Unteres Leibesende eines Embryo der achten Woche, 2 mal vergrössert. *e Glans* oder Spitze des Genitalhöckers; *f* Genitalfurche rückwärts zu einer Oeffnung führend, die um diese Zeit auch die des Mastdarmes ist, mithin eine Cloakenmündung darstellt; *hl* Genitalfalten; *s* schwanzartiges Leibesende; *n* Nabelstrang. 2. Von einem 1″ 2‴ langen etwa zehn Wochen alten weiblichen Embryo. *a* After; *ug* Oeffnung des *Sinus urogenitalis*; *n* Ränder der Genitalfurche oder *Labia minora*. Die übrigen Buchstaben wie bei 1.

Fig. 300. Zur Entwicklung der äusseren Genitalien nach ECKER. 1. Von einem 1″ langen Embryo, 2 mal vergr., ein Stadium darstellend, das dem der Fig. 299, 2 vorangeht, bei dem das Geschlecht noch nicht entschieden ist. 2. Von einem männlichen Embryo von 2″ $1^1/_2$‴ vom Ende des dritten Monates. Buchstaben wie bei Fig. 299. Bei 2. ist die Genitalfurche geschlossen in der Naht *r* des *Penis*, *Scrotum* und *Perineum*.

setzungen der Cloakenfalten aufgefasst werden könnten. Mit der Schliessung der Geschlechtsfurche gewinnt natürlich auf einmal der *Sinus urogenitalis* des männlichen Embryo eine bedeutende Länge und entsteht eine Verlängerung desselben, die im weiblichen Geschlechte ihres Gleichen nicht hat. Von den weiteren Veränderungen der männlichen Zeugungstheile erwähne ich nur noch, dass die *Corpora cavernosa penis* in innigem Zusammenhange mit den Beckenknochen sich hervorbilden und ursprünglich ganz doppelt sind, und dass das *Praeputium* im 4. Monate entsteht und vom 5. Monate an mit der *Glans* verklebt. Die *Prostata* legt sich im dritten Monate an und ist im vierten Monate schon sehr deutlich. Dieselbe ist anfänglich nichts als eine Verdickung der Stelle, wo Harnröhre und Genitalstrang zusammentreffen, mit anderen Worten des Anfanges des *Sinus urogenitalis*, an der die ringförmige Anordnung der Fasern äusserst deutlich ist. Die Drüsen der *Prostata* wuchern im vierten Monate vom Epithel des Kanales aus in die Fasermasse hinein und bilden sich wie die Speicheldrüsen.

Prostata.

Aeussere weibliche Genitalien.

Die weiblichen äusseren Genitalien charakterisiren sich dadurch, dass bei ihnen die Geschlechtsfurche und die Geschlechtsfalten nicht verwachsen und daher der *Sinus urogenitalis* ganz kurz bleibt. Die Genitalfalten werden zu den grossen Schamlippen, die Ränder der Genitalfurche zu den *Labia minora*, von welchen aus dann auch eine Falte um die *Glans* des lange unverhältnissmässig gross bleibenden Geschlechtsgliedes oder der *Clitoris* sich herumbildet. Eine Naht findet sich hier nur am Damme und auch diese nicht so bestimmt, wie beim andern Geschlechte.

Vergleichung beider Geschlechter.

Aus der ganzen Schilderung über die Entwicklung der Geschlechtstheile heben wir nun zum Schlusse noch das bemerkenswerthe Resultat hervor, dass bei dem einen wie bei dem andern Geschlechte in der ursprünglichen Anlage Theile sich finden, welche beiden Geschlechtern angehören. Abgesehen von der Geschlechtsdrüse, deren ursprünglichen Indifferentismus wir oben schon betonten, findet sich auch beim männlichen Embryo der MÜLLER'sche Gang in seiner ganzen Länge und beim weiblichen Fötus ist der WOLFF'sche Körper und sein Ausführungsgang vollkommen ebenso entwickelt wie beim andern Geschlechte. Demzufolge sind beim männlichen Typus Theile in der Anlage vorhanden, aus denen möglicherweise Eileiter, Uterus und Scheide sich entwickeln könnten, und ebenso besitzt der weibliche Fötus Gebilde, die ein nebenhodenartiges Organ und einen Samenleiter liefern könnten, und ferner wäre es möglich, dass bei einem und demselben Individuum die eine Geschlechtsdrüse zum Hoden und die andere zum Eierstock sich gestaltete. In der That sehen wir auch, dass der Mann in seinem *Uterus mas-*

culinus wenigstens einen rudimentären weiblichen Geschlechtskanal und das Weib im Nebeneierstock ein Homologon des Nebenhodens, und gewisse Thiere in den GARTNER'schen Gängen auch Repräsentanten der Samenleiter besitzen. Noch ausgeprägter sind diese Verhältnisse bei gewissen hermaphroditischen Bildungen und sind unter diesen besonders jene bemerkenswerth, von denen die Würzburger pathologisch-anatomische Sammlung einen ausgezeichneten von Dr. von FRANQUÉ in v. SCANZONI's Beiträgen Bd. IV beschriebenen Fall besitzt, in dem neben ausgeprägten männlichen Geschlechtstheilen eine in die *Pars prostatica urethrae* einmündende Scheide und ein gut ausgebildeter Uterus sammt Eileitern sich finden. Den Daten der Entwicklungsgeschichte zufolge kann es nun auch nicht befremden, dass es wenn schon seltene Fälle giebt, in denen auf der einen Seite das eine, auf der andern Seite das andere Geschlecht ausgebildet ist. — Was die äusseren Geschlechtstheile betrifft, so ist die ursprüngliche Uebereinstimmung derselben so gross, dass es sich leicht begreift, dass auch hier mannigfache Zwischenstufen vorkommen, unter denen diejenigen die häufigsten sind, bei denen bei männlichem Typus der übrigen Theile äusserlich Spaltbildungen mit weiblichem Gepräge vorkommen, die soweit gehen können, dass die Entscheidung über das Geschlecht eine äusserst schwierige wird.

Sach-Register.

A.

F.

G.

H.

I.

K.

N.

T.

U.

V.

W.

Z.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

